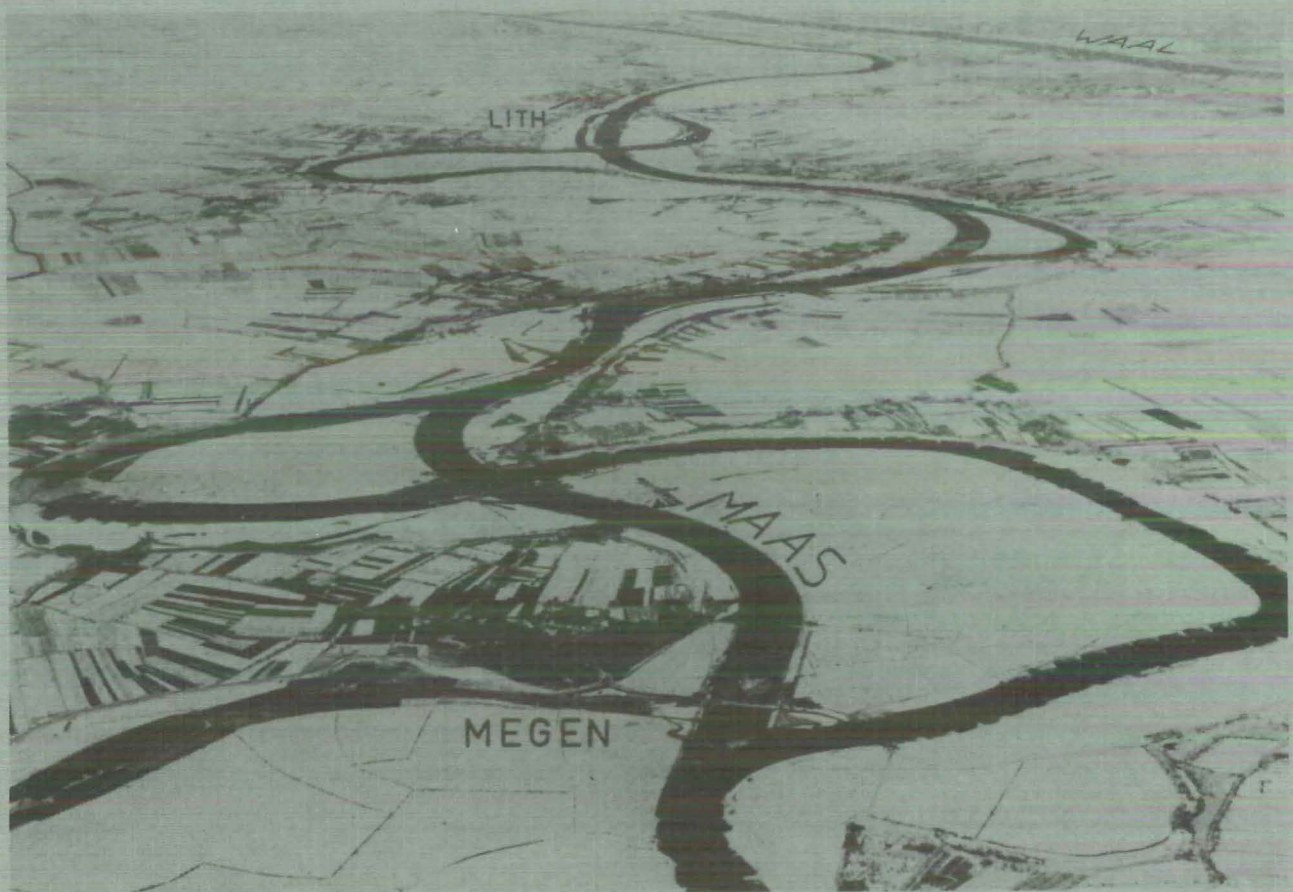


Exkursie rivierkleigebied tussen Rijn en Maas



Samengesteld door: H. Rogaar
G.J.W.C. Peek
R. Felix
W.v.d. Westeringh

Landbouwhogeschool Wageningen
Vakgroep Bodemkunde en Geologie

maart 1985

Inhoud

	Blz.
- Programma, route en punten van de excursie door het rivier- kleigebied tussen Rijn en Maas	1
- Toelichting	
1. Inleiding	3
2. Geologie	3
3. Bodemgesteldheid	9
4. Waterhuishouding	17
5. Bewoning en landgebruik	19
- Excursie	
6. Routebeschrijving	23
7. Beschrijving excursiepunten	30
8. Lijst van figuren en tabellen	44
9. Literatuur en kaarten	45

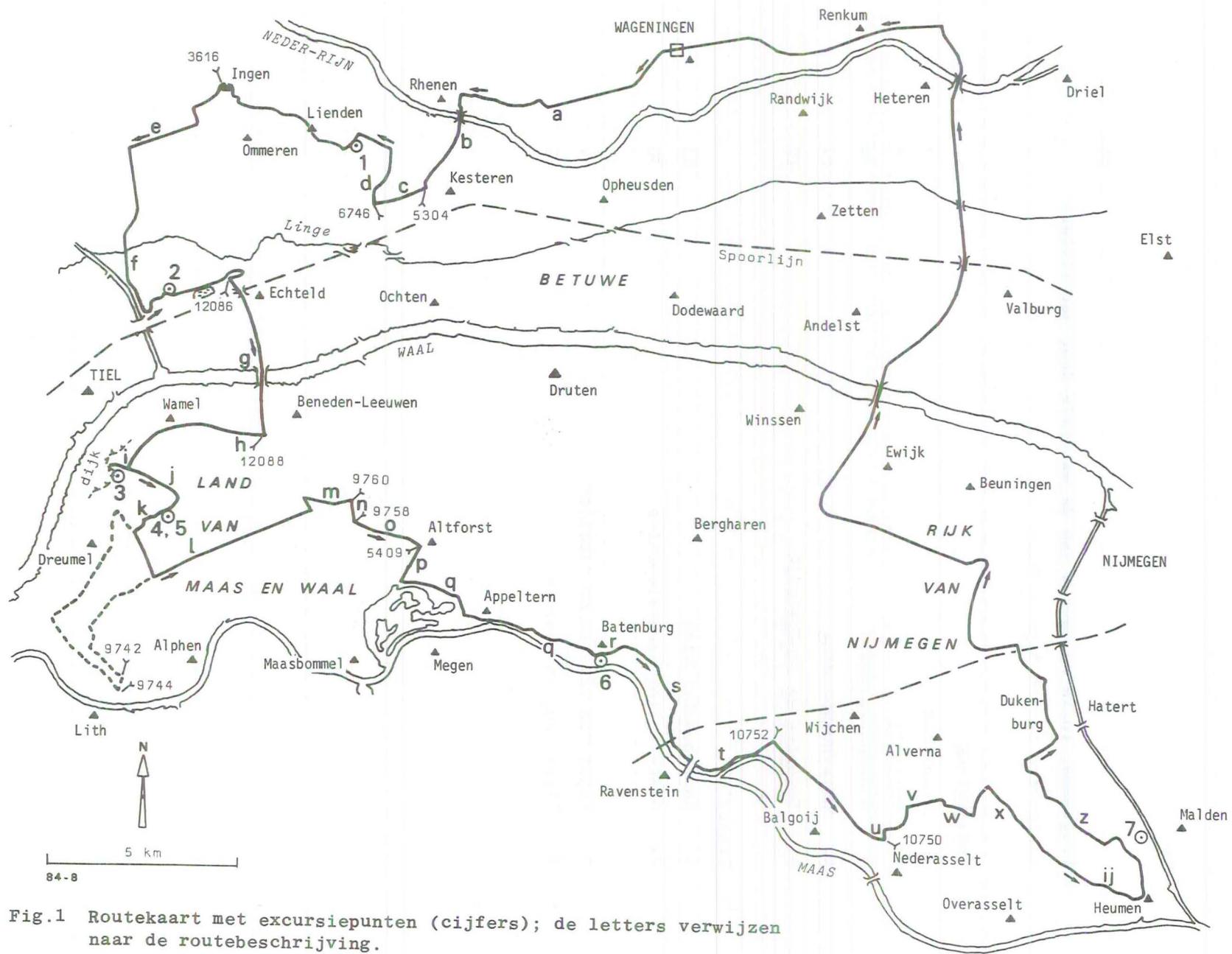


Fig.1 Routekaart met excursiepunten (cijfers); de letters verwijzen naar de routebeschrijving.

EXCURSIE RIVIERKLEIGEBIED TUSSEN RIJN EN MAAS

08.00	vertrek Wageningen
08.00-09.30	busrit naar Kesteren (Marspolder) en excursiepunt 1: stroomruggronden 1a: diepe stroomruggronfd (Hofeedgrond) 1b: ondiepe stroomruggrond (heibaan, Hofeedgrond) 1c: geulopvulling (poldervaaggrond)
09.30-10.30	busrit naar Echteld via Lienden, Ommeren en Ingen, en excursiepunt 2: oude cultuurgrond (Tuineerdgrond) in Echteld
10.30-11.15	busrit naar de Dreumel via de Waalbrug en excursiepunt 3: wiel en overslaggrond langs de Waalbandijk (akkereerdgrond)
11.15-12.30	busrit naar de Dreumelse Berg en excursiepunt 4: komgrond (poldervaaggrond) excursiepunt 5: enkeerdgrond op een donk (Dreumelse Berg)
12.30-13.45	busrit naar de Blauwe sluis aan de Maasbandijk in de omgeving van Altforst via "Woerd"; lunch
13.45-14.45	busrit naar Batenburg en excursiepunt 6: kalkloze uiterwaardgrond (ooivaaggrond) langs de Maas; korte rondgang door Batenburg
14.45-15.15	busrit naar Heumen via de Maasbandijk en het pleistocene rivierduingebied, waarin de Overasseltsche en Hatertsche vennen
15.15-16.30	excursiepunt 7: sequentie van "oude rivierkleigronden" (hoge, middelhoge en lage) in de omgeving van Heumen
16.30-17.15	terugreis naar Wageningen
17.15	aankomst in Wageningen

JAREN B.P.	CHRONOSTRATIGRAFIE				ZEESPIEGEL - NAP	AFZETTINGEN					
						ZEE & KUST			GROTE RIVIEREN	LOCALE HERKOMST	LANDIJS
						Westland Formatie			Betuwe Formatie (R+M)		
					Lagune	Kust	Perimarien				
0											
1000	Holoceen	Subatlanticum			0,3						
2000					1,0	Hollandveen	Duinkerke III	Tiel III	Afzetting 1	F.v.Kootwijk (E)	G
3000					2,3		Duinkerke II	Tiel II	Afzetting 2	F.v.Singraven (B)	
4000			Subboreaal		4,0		Duinkerke I	Tiel I			
5000				6,0	Duinkerke 0		Tiel 0	Afzetting 3	F.v.Griendtsveen (V)		
6000		Atlanticum			8,0	Calais IV	Gorkum IV				
7000					12,0	Calais III	Gorkum III	Afzetting 4			
8000					19,0	Calais II	Gorkum II				
9000					40,0?	Calais I	Gorkum I				
10.000			Preboreaal			Basisveen					
10.700	Pleistoceen	Weichselien (Würm) *	Jonge Dryastijd	Laat Glaciaal				Formatie van Kreftenheije (R+M)	Formatie van Twente (E+V+P+B)	J.Dekzand II	
11.500			Allerød			Usselo					
11.700			Oude Dryastijd			J.Dekzand I					
12.100			Bølling			Bølling					
29.000				Pleniglaciaal		Oud Dekzand					
42.000						loess					
60.000				Vroeg Glaciaal		div.afz.					
72.000											
200.000				Eemien			F.v.Asten (V)				
				Saalien* (Riss)			F.van Urck (R)			F.van Veghel (M)	
		Holsteinien					F.v.Eindhoven (E+V+P+B)	Formatie v.Peelo			
		Elsterien *									

R = Rijn
M = Maas
E = eolische afzettingen
P = periglaciale afzettingen
B = beekafzettingen
V = veen
* koude tijd

Tabel I:

STRATIGRAFISCHE TABEL

Afzettingsfasen in het rivierkleigebied

Dicpte	Afzetting	Verbraeck (1970)	Periode (Neder-Betuwe)
0-50cm	1	Tiel III/Tiel II	na-Bataafs-Romeins
50-100cm	2	Tiel I	voor-Bataafs-Romeins en na-Midden-Bronstijd
100-190cm	3	Gorkum IV	voor-Laat-Neolithicum
190- ? cm	4	oudere Gorkum afzettingen	

(naar: Havinga, A.J., A.op 't Hof -1975- Geogr.Tijdschr., IX, nr.4)

1. INLEIDING

De excursie bestaat uit een tocht door de Betuwe, het land van Maas en Waal en een klein gedeelte van het Rijk van Nijmegen (Fig. 1). Tijdens de excursie worden de belangrijkste landschappelijke eenheden van het rivierkleigebied met de daarin voorkomende kenmerkende klei- en zandgronden getoond. Er wordt zowel aandacht besteed aan het "jonge" als aan het "oude" rivierkleigebied.

Tijdens de excursie worden het ontstaan van het gebied door natuurlijke processen en menselijke activiteit besproken, alsmede de samenhangen tussen het landschap, de geologische gesteldheid, de bodemgesteldheid, het bodemgebruik en de bewoning. Van de te tonen gronden worden de landschappelijke ligging, de verbreiding, het ontstaan en de eigenschappen in verband met de gebruiksmogelijkheden toegelicht.

De excursie heeft ten doel het geologische en veldbodemkundige inzicht, aangaande bovengenoemde onderwerpen te vermeerderen in aansluiting op de colleges "Geomorfologie en Regionale Bodemkunde" (J050-125) en "Geologie en Bodemkunde van Nederland" (J050-105). Waar de excursie deel uitmaakt van het examenvakken "Geologisch en bodemkundige grondslagen van het Nederlandse landschap" (J050-627, -628, -629) is hij verweven met het gelijknamige werkcollege.

Van de deelnemers wordt verwacht, dat zij na afloop van de excursie de grote landschappelijke eenheden van het rivierkleigebied en de daarin voorkomende belangrijkste gronden en afzettingen, zoals die worden getoond, weten te herkennen en de samenhang, die er bestaat tussen de geologische gesteldheid, de bodemgesteldheid en de landsgebruiksmogelijkheden weten aan te geven.

Ter ondersteuning van het bovenstaande is de voorliggende, uitvoerige excursiegids samengesteld. Deze bestaat uit een toelichting op het excursiegebied met tekstfiguren, een routebeschrijving, een routekaart en een beschrijving van de excursiepunten. Tijdens de excursie wordt tevens gebruikt gemaakt van kaarten, die met de toelichtende tekst

zijn vermeld in de bijgevoegde literatuurlijst.

2. GEOLOGIE

Het rivierkleigebied kan in drie gedeelten worden gesplitst:

- 1) het *oude rivierkleilandschap* in het oosten van het land, dat bestaat uit de Boven Pleistocene stroomvlakten van Rijn en Maas;
- 2) het *jonge rivierkleilandschap* van Midden Nederland, gevormd door Rijn, Waal, Maas en IJssel gedurende het Holoceen;
- 3) het *landschap van de getijderivieren* van west-Nederland, dat eveneens van Holoceen ouderdom is.

Ter hoogte van het excursiegebied ligt het rivierkleilandschap ingeklemd tussen de stuwwallen van de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug aan de noordzijde en het hoger gelegen dekzandlandschap van Brabant aan de zuidkant. Voorzover niet begrensd door de stuwwallen van Montferland en Groesbeek-Nijmegen zet het rivierkleigebied zich in oostelijke richting voort op Duits grondgebied. Naar het westen toe gaat het geleidelijk over in het zeelei- en veenlandschap van West-Nederland (Fig. 2).

Het oude rivierkleilandschap

Dit is ontstaan in het Laat-Pleistoceen en vormt het restant van een verwilderd riviersysteem. Dit wordt gekenmerkt door vele ondiepe geulen, die zich telkens verlegden en lage onbegroeide banken daartussen (Fig. 3, 4; tabel 1). Hoge afvoeren gekoppeld aan een sterk sedimenttransport wisselden af met perioden van lage afvoer, waarin de riviervlakte vrijwel droog viel. Het verhang bedroeg ca. 30 cm/km. Bij dit regime kwamen veel grof zand en grind tot afzetting. Viel de vlakte droog, dan kon zand verstuiven, waardoor in en langs de overstromingsvlakte hoog opgestoven rivierduinen uit tamelijk grof zand konden ontstaan (Fig. 5). Het fijnere materiaal werd verder getransporteerd en afgezet als "dekzand" en "loess". De grof-zandhoudende rivier- en duinafzettingen, die op deze wijze zijn ontstaan worden gerekend tot de formatie van Kreftenheye. Zij rusten op oudere fluviatiele afzettingen (Form. v. Veghel, Form. v. Urk, zie tabel 1).

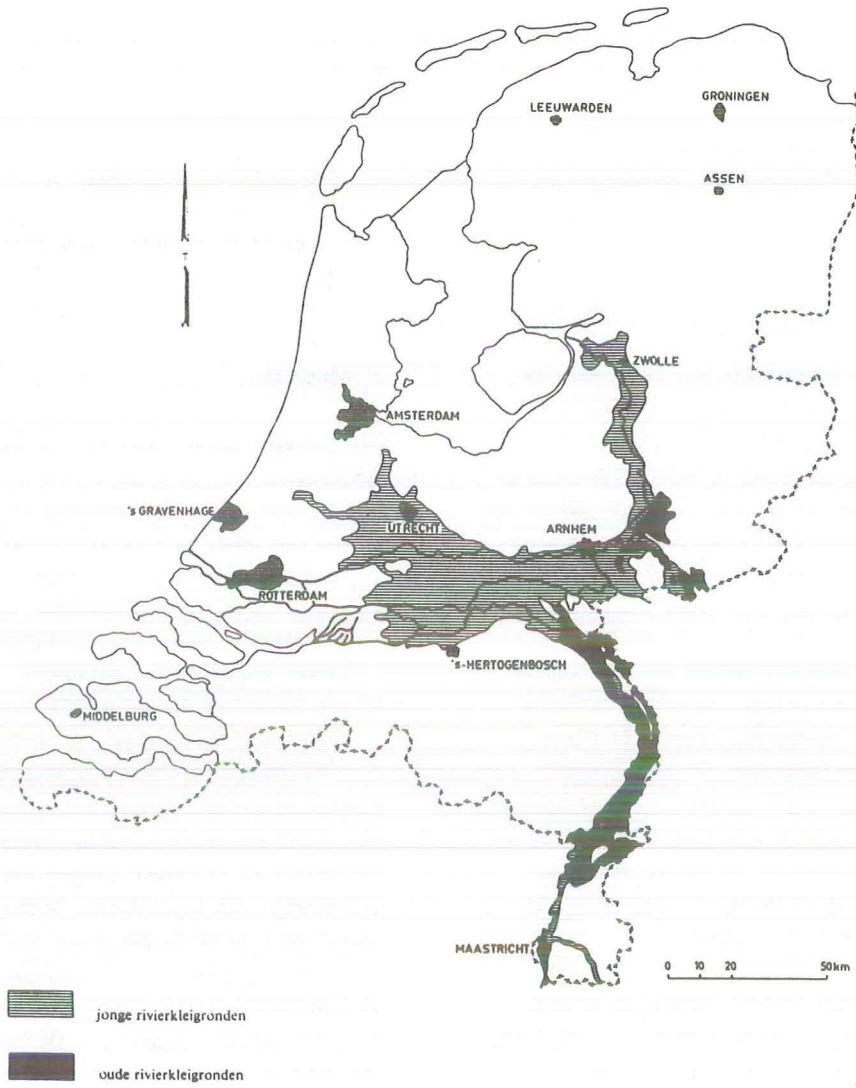


Fig. 2: verbreiding van de jonge en oude rivierkleigronden.

Bij de overgang naar het Holoceen werden de afvoeren regelmatig en nam het sedimenttransport af. De afvoer concentreerde zich in enkele geulen en Maas en Rijn begonnen zich in te snijden in de eerder afgezette sedimenten. Hierdoor ontstond een terrassenlandschap, waarbij de jongere terrassen lager liggen dan de oudere. De grofzandige afzettingen werden in deze overgangperiode afgedekt met klei de z.g. "Hochflutlehm". In de terrassen vindt men veel restgeulen, die volledig zijn verlaten of alleen bij de hoogste rivierstanden nog water voeren. Door het milder en vochtiger worden van het klimaat en de stijging van de grondwaterspiegel zijn vanaf de Bølling periode (tabel 1) ook veel restgeulen die niet langer functioneerden en andere lage terreingedeelten volgeraakt met veen. In en op dit veen vindt men dan soms weer klei en ook wel grof zand als gevolg van hernieuwde sedimentatie bij hoge rivierstanden.

Het stelsel van rivieren verkreeg tenslotte een zuiver meanderend karakter, dat typerend is voor het Holoceen. Ten oosten van Wijchen langs de Maas en stroomopwaarts van Arnhem langs de Rijn is het Pleistocene karakter van het verwilderde riviersysteem, dat wordt gekenmerkt door een duidelijk terrassenlandschap, relatief diep-ingesneden geulen en hoog opgestoven rivierduinen echter behouden gebleven. Men vindt hier overwegend de "oude riverklei" of "leem" aan het oppervlak op een ondergrond van grof zand en grind. Veen en jonge rivierklei van betrekkelijk geringe ouderdom (Betuwe Formatie) vindt men alleen in de laagste delen, zoals voormalige geulen. Voorts treft men er de grofzandige gronden aan op de rivierduinen.

Bij Heumen onder Nijmegen zal iets van dit landschap worden getoond (exc. pt 7).

Het jonge rivierkleilandschap

In Midden- en West-Nederland zijn de Pleistocene afzettingen overdekt geraakt door sedimenten, behorende bij een meanderend riviertype (Betuwe Formatie, afz. v. Gorkum, afz. v. Tiel, zie tabel 1). De dikte van het pakket Holocene afzettingen en de diepteligging van het Pleistoceen nemen in westelijke richting toe. Bij Wijchen en stroomopwaarts van Arnhem bedraagt de dikte van de Holocene afzettingen minder dan één meter, ter hoogte van Tiel 4 à 6 meter en bij de kust tot 25 meter. Als gevolg van de zeespiegelstijging en de insnijding in het achterland nam het verhang af tot 10 à 15 cm/km. De verhanglijnen van het Pleistocene systeem en het huidige systeem snijden elkaar ten oosten van Arnhem en bij Wijchen (Fig. 6). Ten westen daarvan vindt sedimentatie plaats,

ten oosten daarvan vooral insnijding en erosie. Het overgangsgebied wordt wel "terrassenkruising" genoemd. In het meanderende riviersysteem is de stroomsnelheid over het algemeen geringer en blijft het transport van grind buiten de bedding achterwege. De gevormde afzettingen zijn daardoor fijnzandiger, dan die van het verwilderde riviersysteem en niet grindhoudend.

Het Jonge rivierkleilandschap wordt gekenmerkt door een stelsel van brede stroomruggen en kommen (Fig. 7, 8 en 9). Langs de onbedijkte rivier vindt de opslibbing plaats doordat bij hoogwater het door de rivier meegevoerde materiaal op de oever wordt gedeponeerd. Het grove materiaal komt in de vorm van zand-, zavel- en lichte klei als oeverwallen langs de stroom tot afzettingen. Een deel van het fijnere materiaal wordt verder landinwaarts meegenomen en komt tot afzetting in de lager gelegen kommen, waar het overstromingswater stagneert. Behalve over de opgeworpen oeverwallen kan het rivierwater ook via de overloopgeulen of via doorbraakgeulen ("crevassen") de achterliggende kommen instromen. Bij een doorbraak van een overwal kan een langwerpige en relatief diepe kolkgat worden uit-geslepen (vaak tot in de Pleistocene afzetting) en ontstaan achter de overwal vrij (grof)zandige afzettingen ("crevasse-afzettingen"). Langs "overloopgeulen" zijn de in de Betuwe geen afzettingen gevonden.

Binnen de meandergordel ontstaan tevens kronkelwaardafzettingen". Dit zijn samenstellen van gebogen zandbanken met laagten of restgeulen ertussen, die ontstaan in de binnenbocht van een rivierloop bij stroomverlegging naar de buitenoever (Fig. 10). De banken bestaan in regel uit grove kleiarme zanden, die naderhand worden afgedekt met zavel of lichte klei. Afhankelijk van de hoogteligging van het zand wisselt de afdekkende kleilaag sterk in dikte. Waar het zand hoog ligt en de afdekkende kleilaag dun is, spreekt men van "heibanen" of "heischenen", omdat op de plaatsen de gewassen gemakkelijk verdrogen. In de restgeulen vindt men zware klei en moerig materiaal op grind.

De stroomruggen gaan geleidelijk over in de lager gelegen kommen, waarin bij geringe



Fig. 3: schets van het geulsysteem in het landschap van de oude rivierklei ten noorden van Heumen (exc. pt 7).

stroomsnelheid vooral zware klei tot afzetting kwam. De hoogteverschillen tussen oeverwallen en kommen bedragen tegenwoordig 0.5 tot 1.5 meter. In vergelijking tot het oude rivierkleilandschap is dit gering. In de centrale diepste gedeelten van de kommen treft men op veel plaatsen op zekere diepte veen aan, dat in perioden met geringe sedimentaanvoer tot ontwikkeling is gekomen (Fig. 11). Dergelijke plaatsen worden aangeduid met "Broek". In Midden-Nederland is het veen overwegend van Atlantische en Subboreale ouderdom, toen de sedimentaanvoer relatief gering was. Daarna is de sedimenttoevoer, mede onder invloed van de mens sterk toegenomen en werden vooral klastische sedimenten gevormd. In de Over-Betuwe is het veen vooral gevormd door en zeggen grassen met hier en daar een wilg, els of populier. Meer naar het Westen neemt het venige karakter van de komgebieden toe om tenslotte over te gaan in "veenkommen". In het westen van het land is komt kleifig "bosveen" voor, bestaande uit resten van eiken, elzen en wilgen in stroken langs de rivierlopen.

In de komgebieden bevinden zich als gevolg van rivierverleggingen overdekte stroomgordelafzettingen. Men spreekt dan van "kom-op-stroom" gronden. Dergelijke stroken liggen vaaak water hoger in het landschap, waardoor zij beter zijn ontwaterd. Ook kunnen komafzettingen overdekt zijn door oeverwalafzettingen. Men spreekt dan van "stroom-op-kom".

In de komgebieden vindt men hier en daar zandkoppen, die boven het oppervlak uitsteken de z.g. "donken". Een voorbeeld is de Dreumelse Berg (exc. pt 4). Dit zijn hoog opgestoven rivierduinen van de Pleistocene riviervlakte, die door het Holocene kleidek heensteken (Fig. 5). Zij kunnen uiteraard ook alleen in de ondergrond aanwezig zijn en als zodanig niet meer zichtbaar zijn in het landschap.

De waterbeweging in de kommen heeft geleid tot het ontstaan van stelsels van smalle geulen. Hierin is veelal zware, ongerijpte klei en moerig materiaal tot afzetting gekomen. Ook zijn overloopgeulen van de ene kom in de andere bekend, waarbij een tussenliggende, hogere stroomrug wordt gepasseerd. Dergelijke geulen worden soms begeleid door lichtere afzettingen langs de uitstroomopening.

De afzettingen van het centrale rivierkleigebied worden gerekend tot de Betuwe Formatie (Tabel 1). Zij zijn in meerdere fasen ontstaan. Dit is vooral goed te zien in de kommen, waarin de

scheiding tussen sedimentatiefasen soms duidelijk herkenbaar is aan donkergekleurde vegetatiehorizonten in de afzettingen in de vorm van een "laklaag" of veenlaag. Laklagen zijn dunne, donkere lagen van gerijpte klei, die gedurende lange tijd de bovengrond hebben gevormd in perioden van stilstand of zeer vertraagde opslibbing ter plaatse (begraven Alhorizonten). Zij ontbreken vaak in de laagste en natste gedeelten van de kommen. De jongere opslibbingsfasen zijn gecorreleerd met de bewoningsgeschiedenis van het rivierkleigebied en het achterland (tabel 2). Ook de stroomruggen zijn in veel gevallen in meerdere fasen opgebouwd. De overgangen worden dan niet gekenmerkt door laklagen, maar bijvoorbeeld door een wisseling in textuur, in zandgrofheid, kalkgehalte, in sporen van bodenvorming (verbruining, ontkalking, hydromorfie), en bewoningslagen. De laatste zijn lateraal verbonden met de laklagen.

Sinds de bedijking beperkt de sedimentatie zich in principe tot de uiterwaarden met de daarin achtergebleven oude stroomgeulen of "strangen". Hierdoor heeft o.a. een sterke verhoging van de stroomvlakten plaats gevonden ten opzichte van het bedijkte land. Gekoppeld aan de bedijking zijn ook de "overslagen", die ontstaan bij dijkdoorbraken. Ter plaatse van de doorbraak ontstaat een diep, meestal rond kolkgat genoemd "wiel" of "waai". Het opgewelde vaak grove Pleistocene zand wordt daarbij gedeponerd op het achterliggende land (Fig. 12, 13). Dijkdoorbraken met castrofale gevolgen zijn vooral in de 17^{de}, 18^{de} en 19^{de} eeuw zeer veel voorgekomen ten gevolge van de geleidelijke ophoging van de rivierbeddingen, de daarmee gepaard gaande hogere rivierstanden en grotere kweldruk. Voorts droeg de vervolmaking van de bedijking zelf ertoe bij, doordat de bergingscapaciteit van het riviereengebied daardoor afnam. Direkte aanleidingen voor doorbraken vormde veelal het ontstaan van ijsdammen, die de waterafvoer blokkeerden en de waterstand bovenstrooms tot boven dijkhoogte deden oplopen. Kruiend ijs gaf ook aanleiding tot dijkbeschadiging. Door een betere waterbeheersing van de rivieren en dijkverzwaring zijn doorbraken in de 20^{ste} eeuw weinig meer voorgekomen. Bij herstel van de dijken is men in de regel om de kolkaten heengegaan waarbij het wiel werd "binnengedijkt" of "buitengedijkt". Dijktrace's hebben hierdoor een bijzonder bochtig verloop

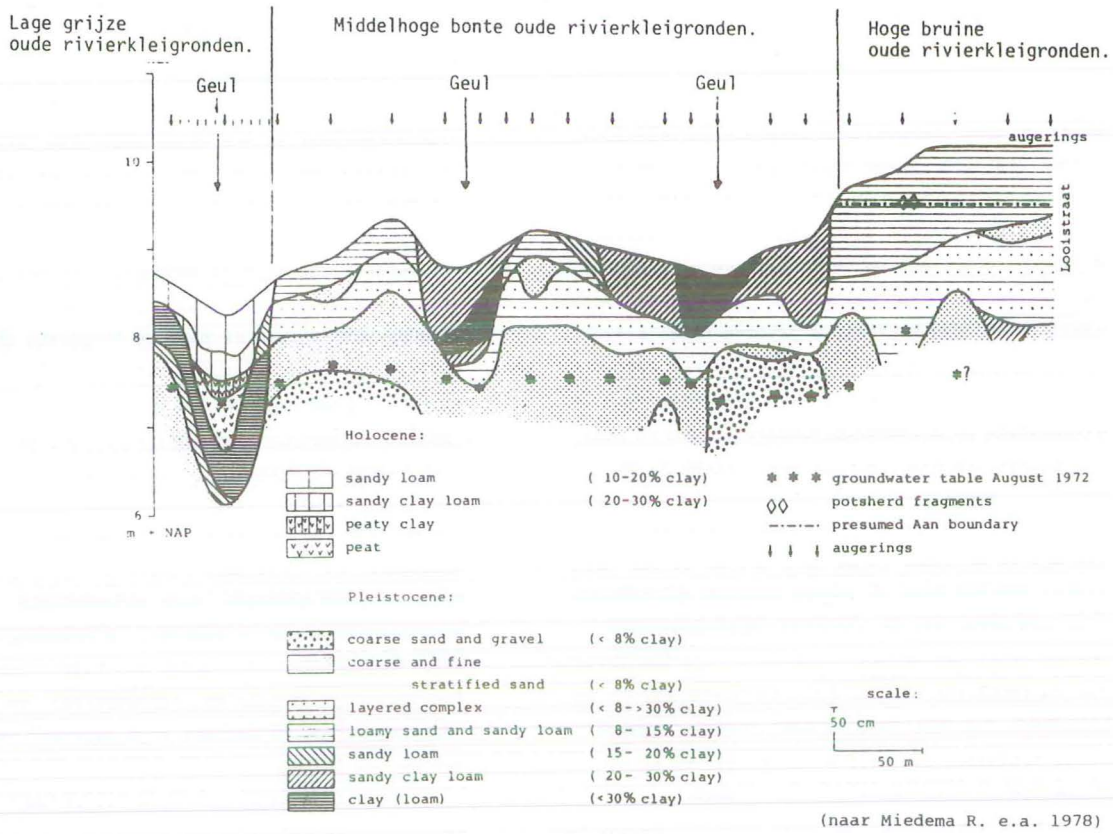


Fig. 4: doorsnede in het oude rivierkleilandschap nabij Heumen (zie tevens Fig.18 , exc. pt 7).

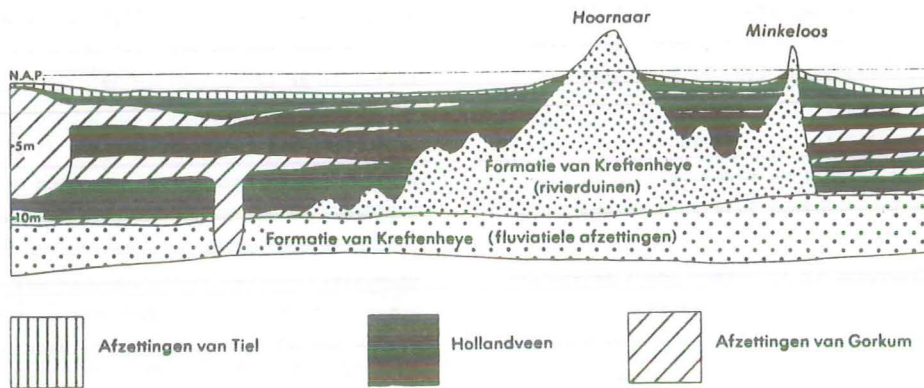


Fig. 5: profiel door de donken van Hoornaar en Minkeloos.

gekregen.

Bij de indeling van de Jonge rivierkleigronden wordt een onderscheid gemaakt tussen die van de Rijn (R) en die van de Maas (M). De stroomrugafzettingen van Rijn, Waal en IJssel zijn over het algemeen kalkrijk, die van de Maas voorbij Venlo kalkarm. Het laatste schrijft men toe aan de bijmenging van het zure veenwater van de Peel, waardoor de kalk in het Maas-sediment wordt opgelost. De jongste afzettingen van de Maas zijn ook siltrijker en minder grofzandig dan die van de Rijn.

De oudere afzettingen van de Rijn zijn alleen ondiep kalkloos (Afzettingen van Tiel I en ouder). Dit is veroorzaakt door ontkalking na sedimentatie, als gevolg van bodemvorming. Voor de komafzetting geldt dit onderscheid in kalkhoudendheid niet. Deze zijn over het algemeen kalkloos. De ontkalking vond al tijdens de opslibbing plaats onder de drasse omstandigheden en trage aanvoer van het sediment.

Het landschap van de getijderivieren

Voorbij de lijn Rhenen-Oss gaat het centrale rivierkleigebied over in het landschap van de getijderivieren. Het landschap wordt gekenmerkt door een geringer verhang, relatief smalle en lage stroomruggen en uitgestrekte "veenkommen". De stroomruggen zijn over het algemeen natter en kleiiger dan die van het centrale rivierkleigebied. Dit houdt verband met de geringere stroomsnelheid van de rivieren, waardoor de sleepkracht geringer is en het zand minder gemakkelijk buiten de bedding kan worden gebracht. In de lagere delen van het stroomgebied wordt door de rivier zelfs geen zand meer getransporteerd. In de kommen treft men over grote oppervlakten klei-op-veen en veengronden met een kleiige bovengrond aan. De hoogteverschillen zijn er gering.

Stratigrafisch worden de afzettingen tot de Westland Formatie gerekend (tabel 1), verdeeld in "Afzettingen van Gorkum" en "Afzettingen van Tiel" voor respectievelijk de oudere en de jongere afzettingen. Het veen wordt aangeduid als "Hollandveen". Tijdens de excursie wordt het gebied nauwelijks bezocht. Het kan hier verder buiten beschouwing blijven.

3. BODEMGESTELDHEID

Er is een groot verschil in bodemgesteldheid tussen het oude en het jonge rivierkleiland-schap. De verschillen zijn terug te voeren op de wijze van afzetting, de ouderdom en de ontwateringstoestand.

De oude rivierkleigronden

De oude rivierkleigronden kunnen worden verdeeld in:

- a) hoge, bruine oude rivierkleigronden
- b) middelhoge, bonte oude rivierkleigronden
- c) lage, grijze oude rivierkleigronden

De gronden hebben gemeen, dat ze slecht gesorteerd zijn wat betreft de korrelgrootteverdeling en veelal een hoog aandeel grof zand en wat grind bevatten. De bovengronden variëren van lichte zavel of zelfs kleiig zand tot lichte of zware klei. De gronden gaan in de regel binnen 120 cm diepte over in grof zand. De textuur en de profielopbouw wisselen sterk op korte afstand (Fig. 4).

Na de afzetting zijn de gronden ontkalkt en hebben verwering en "verbruining" ondergaan. In aansluiting hierop is een proces van kleiverplaatsing op gang gekomen, waardoor veel van deze gronden tot de "Brikgronden" moeten worden gerekend op grond van de aanwezige B_c -horizont. In de ondergrond is vaak ook een "Banden-B" aanwezig. Aangezien in deze gronden verschillen in kleigehalte ook sedimentair van aard kunnen zijn, is de herkenning van de B_c -horizont in het veld echter moeilijk.

Doordat in de loop van het Holoceen de grondwaterstand is gestegen, heeft een deel van de gronden naderhand een nattere ligging verkregen en zich hydromorf ontwikkeld. De verschijnselen van natheid (hydromorfie) zijn daarbij gesuperponeerd op de klei-inspoelingsverschijnselen. Dit heeft aanleiding gegeven tot de bovengenoemde drie categorieën van gronden.

De hoge bruine gronden vertegenwoordigen de goed ontwaterde, goed vochthoudende, hoog gelegen, klei- en zavelgronden en kleiige zandgronden. Zij worden gekenmerkt door een hoge biologische activiteit, gepaard aan een sterke mate van "homogenisatie". Met uitzondering van de eventueel aanwezige "ploegzool" worden zij tevens gekenmerkt door een afgerond blokkige structuur en een heterogeen stelsel van dier- en wortelgangen. Een deel van de gronden heeft de kenmerken van "oude bouwland-

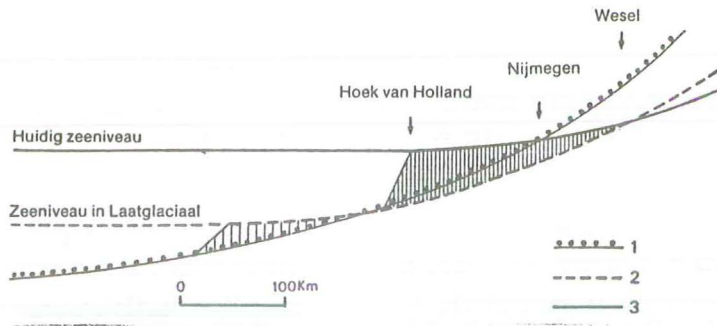


Fig. 6: lengteprofielen van de Rijn tijdens het Pleniglaciaal van het Weichselien, de "Laagterrastijd" (1), het laatste deel van het Weichselien (2) en de huidige tijd (3).

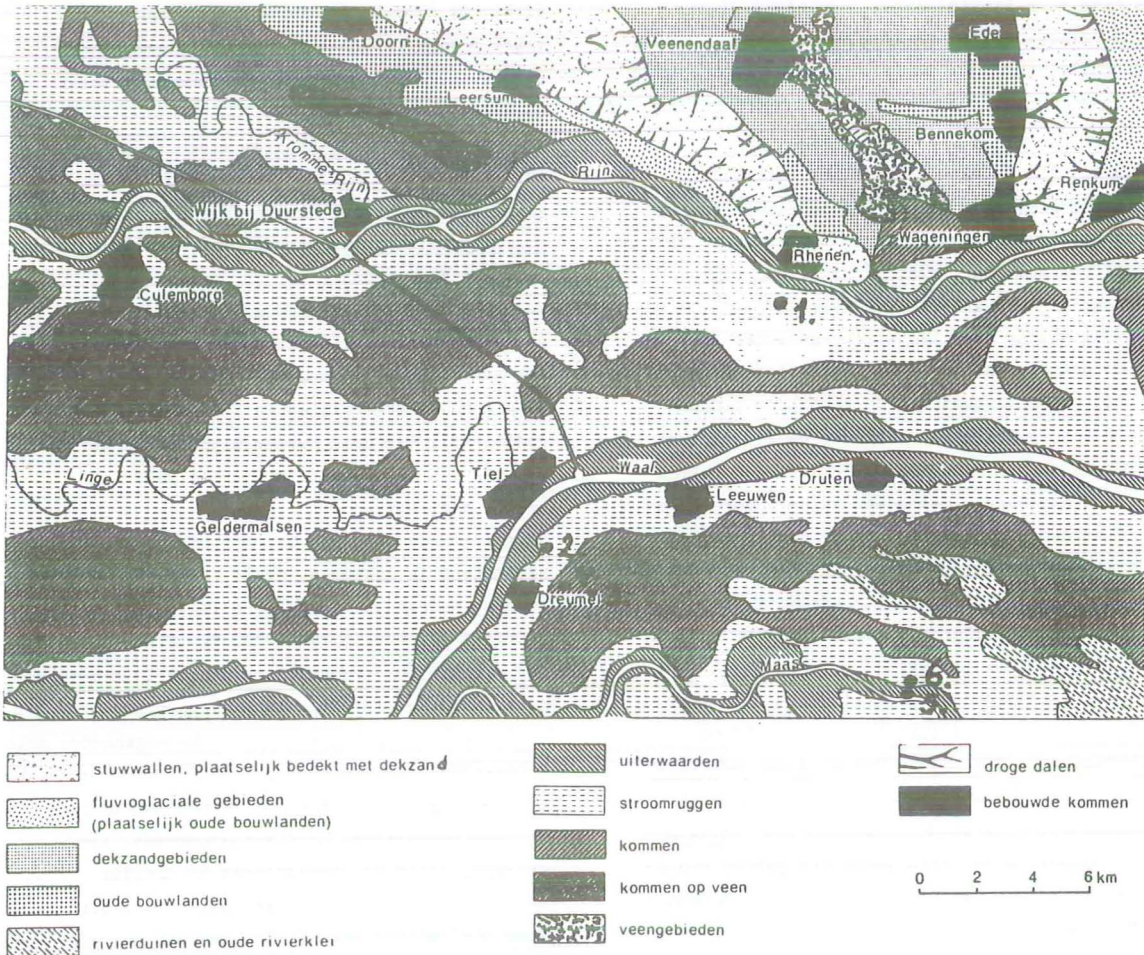


Fig. 7: de bodemkundige landschappen van het Holocene rivierkleigebied.

gronden" door het eeuwenlange gebruik als bemest bouwland en ophoging door met kleiplaggen of aardmest. De grondwatertrap is veelal VII.

De middelhoge, bonte, oude rivierkleigronden worden gekenmerkt door periodiek hoge grondwaterstanden in samenhang met de rivierstand, kwel of de gebruikelijke stijging van grondwaterstand in neerslagrijke perioden. De gronden hebben hydromorfe kenmerken in de vorm van accumulaties van ijzer en mangaan in vlekken en concreties in een grijze of lichtbruine matrix. De diepere ondergrond is gereduceerd en grijs. De gronden hebben een blokkige en prismatische structuur en zijn veel minder sterk gehomogeniseerd door dierlijke activiteit dan de hoge bruine gronden. De grondwatertrap is tegenwoordig meestal III, IV of V.

De lage, grijze, oude rivierkleigronden worden gekenmerkt door een donker gekleurde, sterk humeuze of moerige bovengrond en een grijze ondergrond. Reeds op geringe diepte is de grond permanent gereduceerd en vindt men onverteerd wortelmateriaal in het profiel. Aan het oppervlak kan veen voorkomen of zware Holocene klei. De gronden komen voor in de laagste terreingedeelten zoals kommen en opgevulde voormalige geulen. Er is voortdurend grondwater in het profiel aanwezig. Als grondwatertrappen komen II en III voor. In neerslagrijke perioden staat het land soms dras.

In het Nederlandse Systeem van Bodemklassifikatie moeten de hoge bruine gronden worden gerekend tot de "Radebrikgronden", indien de B_{2t} -horizont duidelijk herkenbaar is. Wanneer deze te zwak is, of zoals in het veld veelal het geval is niet goed herkenbaar is, worden zij gerekend tot de Ooivaaggronden. De zandige varianten vallen onder de Bruine Enkeerdgronden met een lemig karakter, indien sprake is van een oud bouwland dek van tenminste 50 cm dikte ("dikke minerale eerdlaag"). Ontbreekt dit dan vallen de gronden in de regel in de Moderpodzolgronden of de Vorstvaaggronden, afhankelijk van de aanwezigheid van een "duidelijk moder-podzol-B-horizont". De middelhoge, bonte rivierleemgronden moeten worden gerekend tot de Hydrobrikgronden ("Kuilbrikgronden"). Indien de B_t -horizont niet is herkend worden zij gerekend tot de Poldervaaggronden en Leek- of Woudeerdgronden. De laatste indien de bovengrond erg donker is ontwikkeld. De zandige varianten vallen in de "Beekeerdgronden". De lage, grijze rivierleemgronden vallen in de Poldervaaggronden. Indien de bovengrond donker is ontwikkeld in de Leek- of Woudeerdgronden. Is de bovengrond moerig dan vallen ze in de "Broekeerdgronden". De zandige varianten vallen in de "Beekeerdgronden". Waar sprake is van klei-op-veen komt men "Broek-

eerdgronden" tegen.

Op de rivierduinen, die uit lemig of leemarm grof zand bestaan treft men veelal Moderpodzolgronden en Vorstvaaggronden aan. Plaatselijk zijn door menselijk toedoen hieruit grofzandige, lemige bruine Enkeerdgronden ontwikkeld. Op plaatsen waar grondwater stagneert hebben zich hydromorfe Humuspodzolgronden gevormd. Zeromorfe Humuspodzolgronden (Haarpodzolgronden) treft men aan waar het zand in vroegere tijden herhaalde malen is verstoven en sterke verarming van het zand is opgetreden. Door het toedoen van de mens zijn ook recent nogal wat zanden verstoven. In deze gebieden treft men dan Vlakvaaggronden aan in de uitgestoven laagten en Duinvaaggronden op de opgestoven duinen. Langs de rivierduinen treft men stroken aan waar Holocene klei uitwigt over het grove Pleistocene zand. De hierdoor ontstane "klei-op-zand-gronden" zijn in de laatste tijd vaak gewoeld. Men spreekt dan van "gebroken gronden".

In het oude rivierkleilandschap vertoont het bodempatroon een duidelijk verband met het patroon van een verwilderd riviersysteem: de bodemeenheden zijn veelal strookvormig en smal met oriëntatie in de oorspronkelijke stroomrichting. Er is een sterke variatie in profielopbouw en bodemtype op korte afstand als gevolg van wisselingen in textuur, in hoogteligging en in waterhuishouding. Veel bodemeenheden zijn begrensd of versneden door voormalige geulen (Fig. 3, 4).

Bij een goede verzorging zijn de hoge bruine oude rivierkleigronden goed geschikt voor de akkerbouw waarvoor ze ook worden gebruikt. Als bezwaar gelden, dat zij enigszins droogtegevoelig en slempgevoelig kunnen zijn. Het laatste houdt verband met het lage organische stofgehalte, kalkloosheid, de textuur en met de aanwezigheid van een ploegzool, waardoor in de bouwvoor gemakkelijk wateroverlast kan optreden. Het bonte bodempatroon geldt voor de akkerbouw als een bezwaar. De middelhoge kleigronden hebben uit landbouwkundig oogpunt bezwaren door hun periodieke wateroverlast en doordat ze moeilijk bewerkbaar zijn als gevolg van grote dichtheid, kalkloosheid en het lage organische stofgehalte. Zij worden zowel voor akkerbouw als weidebouw gebruikt. De laatste krijgt steeds meer de overhand. De gronden lenen zich goed voor de teelt van snijmais. Als gevolg van wateroverlast en beperkte draagkracht zijn de lage grijze gronden matig geschikt voor de weidebouw. Wegens wateroverlast zijn zij ongeschikt voor de akkerbouw en de tuinbouw.

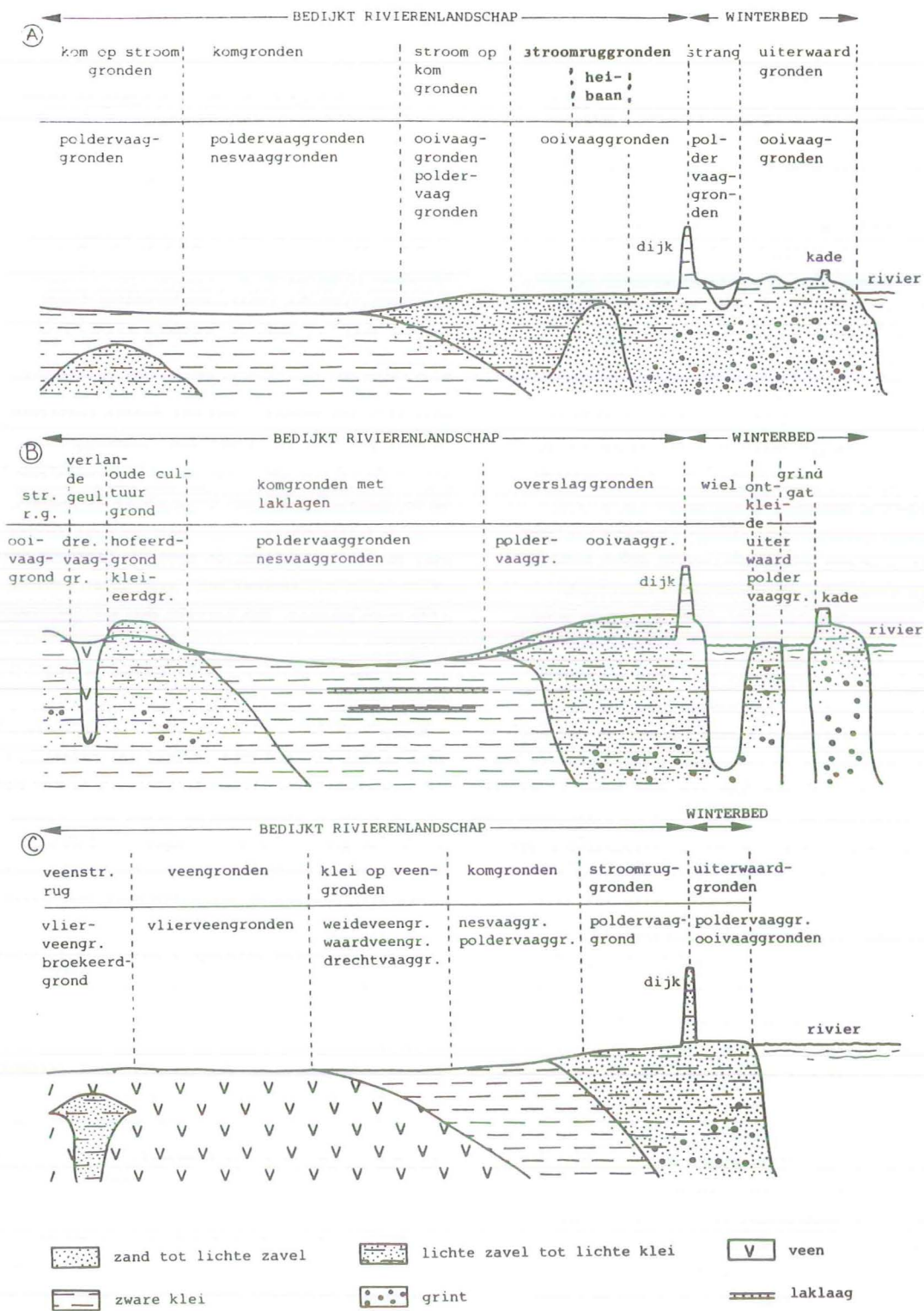


Fig. 8: schematische weergave van enkele transecten door het rivierkleilandschap.

De lemige-zandige, bruine gronden op de hoogste terrasniveau's en op de rivierduinen lenen zich goed voor diverse vormen van tuinbouw, waaronder de teelt van asperges en rozen. Uit oogpunt van akkerbouw zijn zij droogtegevoelig. De leemarme zandgronden dragen in de regel een bosvegetatie van matige kwaliteit of heide. De "gebroken gronden" zijn wisselend van kwaliteit, afhankelijk van de mate van menging van klei en zand. In de regel zijn zij beter dan de oorspronkelijke klei-op-zand grond.

Jonge rivierkleigronden

In het jonge rivierkleilandschap zijn de gronden op de oeverwallen de z.g. "stroomruggronden" overwegend kalkhoudend en egaal bruin van kleur. Zij hebben meestal een textuur van zavel of lichte klei. Het organische stofgehalte is hoger dan in de oude rivierkleigronden. De zandfractie is minder grof. De bodemvorming is overwegend beperkt gebleven tot verbruining en een sterke van homogenisatie door de bodemfauna, waardoor de laagheid is verdwenen. Aan het oppervlak is een Al-horizont ontstaan. Bij langdurig gebruik als boomgaard of tuin grond kan de Al-horizont zeer donker en relatief diep ontwikkeld zijn. Alleen in de oudere gronden heeft het proces van ontkalking, dat uiteraard wel gaande is, geleid tot een kalkarme bovengrond of bij uitzondering volledige ontkalking van het profiel. Het proces van verbruining is moeilijk herkenbaar, omdat de gronden zijn opgebouwd uit sediment, dat van oorsprong al enigszins bruin was. De gronden vertonen over het algemeen een gunstige, afgerond-blokkige structuur en geringe dichtheid. Zij worden tevens gekenmerkt door een heterogeen stelsel van dier- en wortelgangen. Hierdoor zijn ze ook in vochtige toestand goed doorlatend en geaëreerd. De grondwatertrap is in de regel VI of VII.

Waar sprake is van een dik pakket zavel of lichte klei en het profielverloop "aflopend" of "homogeen" is, zijn de gronden vanwege hun goede ontwatering, een groot vochtleverend vermogen, een diepe doorwortelbaarheid en een goede bewerkbaarheid uitstekend geschikt voor de meeste gebruiksdoeleinden van agrarische en niet-agrarische aard. Uitzonderingen hierop vormen gronden, die dicht onder de dijk liggen en daardoor periodiek last van kwel kunnen hebben en voorts de gronden in voormalige geulen, die zwaarder van textuur zijn en een minder gunstige ontwatering hebben. Voorts vormen hierop de z.g. heibanen of heischenen een uitzondering (Fig. 8). Dit zijn de gronden, waarin op geringe diepte grof rivierzand voorkomt. Dergelijke gronden hebben snel last van droogte. Zij worden vooral

gevonden in de eerder genoemde "kronkelwaarden". Waar in de ondergrond, overdekte stroomruggen aanwezig zijn, kan sprake zijn van een belemmering voor de beworteling en de waterhuishouding. In het land van Maas en Waal komen dergelijke gronden veel voor.

In het Nederlandse systeem van Bodemklassifikatie vallen de genoemde gronden in de regel in de Ooivaaggronden. Wanneer binnen 50 cm diepte hydromorfe kenmerken voorkomen in de vorm van roestvlekken en mangaanconcreties vallen zij in de Poldervaaggronden. Deze worden vooral meer naar het westen toe gevonden in het landschap van de getijderivieren, waar de stroomruggronden een minder gunstige ontwateringstoestand hebben. Is de bovengrond over meer dan 15 cm humeus en donker ontwikkeld dan vallen de gronden onder de Hofeerdgronden.

De stroomruggronden onderscheiden zich duidelijk van de komgronden, die gedeeltelijk of over de gehele diepte uit zware klei bestaan met lutumgehalte tot 65%, grijs van kleur zijn en hydromorf zijn ontwikkeld. Binnen hoorbereik zijn zij in de regel geheel gereduceerd en onderin niet volledig gerijpt. De gronden zijn al tijdens de opslibbing ont-kalkt. De structuur is overwegend glad prismatisch en scherp blokkig. In de structuurelementen bevinden zich tal van fijne wortelgangen, maar diergangen ontbreken vrijwel doordat de activiteit van grotere bodemdieren in dergelijke gronden gering is. In vochtige toestand zwellen de gronden dicht, waardoor hun doorlatendheid in die toestand klein is. In droge toestand scheuren zij sterk, waardoor bij beregening veel water ongebruikt naar de ondergrond afvloeit. De grondwatertrap bedraagt veelal III, bij ontwatering IV of V. Als gevolg van de zware textuur en ongunstige ontwatering zijn de komgronden alleen geschikt voor grasland. Bij goede ontwatering d.m.v. drainage, beregening in de zomer en een goede verzorging is de kwaliteit als grasland tegenwoordig goed. Vanwege hun natheid blijven het echter "late" gronden in het voorjaar. Waar de bovengrond niet te zwaar is en een voldoende ontwatering kan worden verkregen vindt men tegenwoordig soms ook bouwland. Voorts worden de gronden gebruikt voor de teelt van populieren.

Uit oogpunt van klassifikatie vallen de komgronden onder de Poldervaaggronden; indien de ondergrond niet volledig is gerijpt onder



Luchtfoto Aero-Camera E1440

Fig. 9: de drie landschappen van het rivierkleigebied zijn op deze foto uit de omgeving van Opheusden (3) goed te herkennen. De stroomruggen (2) met de eenheden Rd90A en Rn95A zijn bewoond en in gebruik als bouwland of boomgaard. De kommen (3) met de eenheden Rn44C, Rn47C en Rn67C en de uiterwaarden (1) met de eenheden Rd90A en Rn52A liggen vrijwel geheel in gras. In het onderste deel de Rijn (4). In de uiterwaarden een steenfabriek (6).

de Nesvaaggronden. Waar de gronden tussen 40 en 120 cm diepte overgaan in veen, zoals in de grote kommen in het westen van het rivierkleigebied het geval is, is sprake van Drechtvaaggronden en veengronden van diverse aard (Fig. 8). De "stroom-op-kom" en "kom-op-stroomgronden" hebben nogal wisselende eigenschappen, afhankelijk van de ontwateringstoestand en de textuur van de bovengrond. Afhankelijk daarvan neigen hun eigenschappen uit landbouwkundig oogpunt meer naar die van de stroomrugggronden of die van de komgronden. Het gebruik sluit daarbij aan.

Op de oude bewoningsplaatsen zijn "oude cultuurgronden" of Tuineerdgronden tot ontwikkeling gekomen. Dit zijn tot grote diepte donker gekleurde, humeuze, kalkhoudende lichte-klei- en zavelgronden met een rulle structuur, een zeer hoge biologische activiteit en een bijzondere hoog P_2O_5 -gehalte (> 250 ppm). De gronden worden verder gekenmerkt door geel-groene fosfaatvlekken in de ondergrond en veel scherven uit diverse bewoningsperiodes. De gronden hebben een goede ontwatering en een groot vochtleverend vermogen. Zij zijn ontstaan door eeuwenlange bemesting met o.a. huisafval rond de woonplaatsen, die al dateren van vóór de bedijking. De gronden zijn ontstaan op de hogere delen van de oeverwallen en op donken, langs huidige of voormalige stroompjes en rivierlopen. Omdat ook nog wel ophoging heeft plaats gevonden, steken zij topografisch uit boven het omringende land. Veel van de gronden zijn verdwenen onder bebouwing.

Gezien hun structuur, ontwatering en vochtleverend vermogen lenen de gronden zich goed voor allerlei gebruiksdoeleinden. Het hoge fosfaatgehalte kan echter gebreksverschijnselen bij tuinbouwgewassen induceren, het hoge stikstofgehalte legering bij graangewassen. Door hun donkere kleur en goede ontwatering zijn het "vroeg" gronden.

De gronden van de uiterwaarden vormen een aparte categorie. Het zijn in de regel licht-klei- en zavelgronden. Het siltgehalte, vooral van de uiterwaarden van de Maas is bijzonder hoog. De gronden langs de Rijn zijn kalkhoudend, die langs de Maas onder Venlo kalkarm. In het bovenste deel is de kleur homogeen bruin, dieper kunnen roestvlekken voorkomen. Zij vallen onder de Ooivaaggronden en de Poldervaaggronden (Fig. 8). Evenals de stroomrugggronden hebben zij gunstige eigenschappen voor de akker- en weidebouw, ware het niet dat zij regelmatig overstroomt. Alleen het gebruik als grasland komt daardoor in aanmerking. Het zware metaalgehalte van het jongste slib vormt een toenemend bezwaar. Een groot deel van de uiterwaarden is af-

gegraven voor de steenhakkerij. De uitgegraven gronden zijn uiteraard veel natter of zelfs moerassig. Hun geschiktheid voor de weidebouw is daardoor geringer. Het bodempatroon is door de afgraving soms zeer grillig.

Een aparte groep vormen nog de "overslaggronden", ontstaan bij dijkdoorbraken. In de regel zijn zij grofzandig, enigszins gelaagd en ligt het maaiveld topografisch wat hoger dan het omringende land. Bij hoge rivierstanden kunnen de gronden sterk last van kwel hebben, 's zomers bij lage rivierstand en door hun zandig karakter hun zandig karakter last van droogte. Over het algemeen zijn het echter "vroeg" gronden, die mede door hun gemakkelijke bewerkbaarheid veel gebruikt worden voor groenteteelt en boomkwekerij. Veelal treft men er ook bebouwing op aan en bv. campings (o.a. "Het Zand" bij Ochten). Voor de akker- en weidebouw lenen zij zich minder door de minder gunstige waterhuishouding en de sterk wisselende eigenschappen op korte afstand. De gronden vallen meestal in de Ooivaaggronden en Hofsgronden.

In vergelijking tot het oude rivierkleilandschap is het bodempatroon in het jonge rivierkleilandschap duidelijk anders. De kommen worden gekenmerkt door homogeniteit over relatief grote afstand, waardoor grote, eenduidige kaartvlakken ontstaan. Op de stroomruggen is het patroon grillig. Dit komt met name door de sterke wisseling in hoogteligging van het zand in de ondergrond. Dit geldt vooral voor de kronkelwaardafzettingen. Deze variatie blijkt duidelijk uit detailkarteringen, bijv. op een schaal van 1:10.000. De overzichtkaarten 1:50.000 en 1:200.000 verraden dit veel minder. Voorts treden wisselingen op, waar de stroomruggen overgaan in de kommen als gevolg van variaties in zwaarte van de ondergrond. Langs de dijken, waar als gevolg van dijkdoorbraken overslagen voorkomen, die veelal bestaan uit een afwisseling van zand en zavel varieert de aard van de bovengrond op korte afstand. Door al deze variaties is ondanks de schijnbare landschappelijke homogeniteit, de bodemkwaliteit van de stroomruggen toch nogal wisselend op korte afstand, waarbij het patroon moeilijk voorspelbaar is.

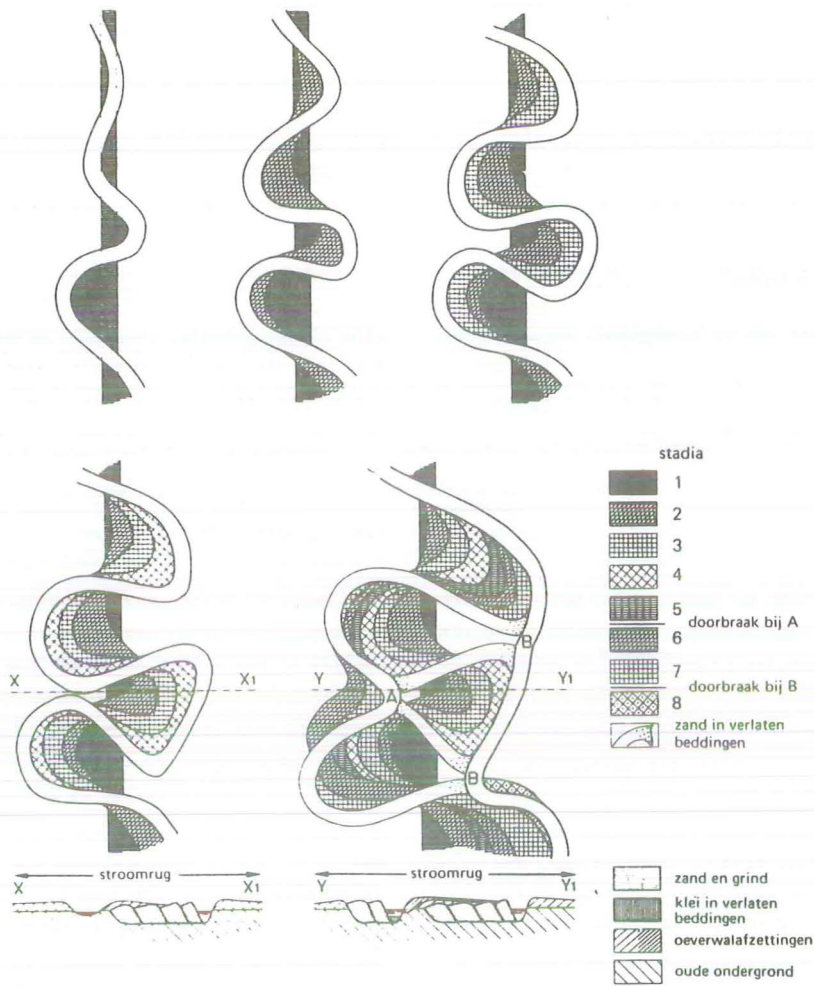


Fig. 10: verruiming en afsnijding van bochten in een meanderende rivier; vorming van een stroomrug.

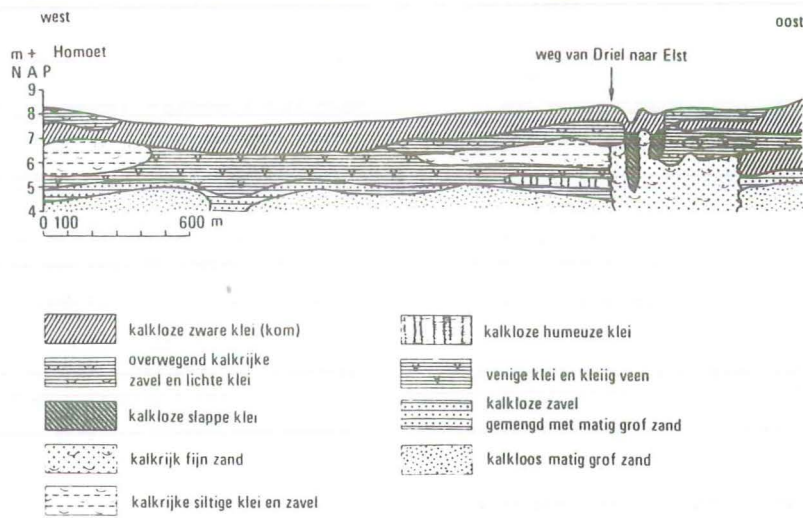


Fig. 11: doorsnede door het komleigebied van het Hollanderbroek ten oosten van Homoet.

4. WATERHUISSHOUING

Inrijpende maatregelen tot verbetering van de waterhuishouding van het rivierkleigebied zijn tot stand gekomen vanaf de 11^{de} eeuw. Uit die tijd dateren de eerste bedijkingen van dorpspolders. Aanvankelijk volstond men met lage kaden dwars op de oeverwallen, die het van boven komende water moesten afleiden naar de kommen. De kommen zelf werden als waterberging gebruikt en bleven onbedijkt. Een dergelijke "dwarsdijk" werd "sytwende" of "bering" genoemd. Ook de oeverwallen werden plaatselijk iets verhoogd. Er bestond aanvankelijk geen gesloten bedijking en ieder dorp werkte voor zichzelf.

Vanaf het begin van de 14^{de} eeuw functioneren in het rivierkleigebied waterschappen, waarin de dorpspolders samenwerken. In 1321 en 1327 werden hiertoe akten verleend voor respectievelijk het land van Maas en Waal en voor de Betuwe. Door deze samenwerking konden de dijkringen gesloten worden en het onderhoud van de dijken worden geregeld. Sinds die tijd zijn de grote rivieren Nederrijn, Waal en Maas opgesloten tussen hun winterdijken of "Bandijken" en is sprake van "uiterwaarden" met een totale oppervlakte van 27.000 ha. Aan de noordzijde vormen de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug de natuurlijke begrenzing. Alleen de Gelderse Vallei heeft hier een banddijk, de "Crebbedijk" van 1595.

De afvoer van overtollig water uit de bedijkte gebieden, afkomstig van neerslag, kwel en eventuele dijkdoorbraken vindt sinds die tijd plaats via enkele grote weteringen, die zo ver mogelijk stroomafwaarts op de rivier lozen. De meeste dorpspolders waren hierop aangesloten. Op deze wijze werd het water van de Betuwe, Tielerwaard en de Landen van Buren en Culemborg afgevoerd via de Linge. Deze stroomde via Gorkum uit in de boven-Merwede. In de Betuwe werd de "Lingewetering" gegraven, vanaf Tiel volgt deze een afgedamde arm van de Waal.

Het land van Maas en Waal wordt ontwaterd via de aaneengesloten Grote Wetering, Leeuwense Wetering, Rijksche Wetering en Oude Wetering en via de Nieuwe Wetering, die bij resp. Nieuwe Schans en Appeltern lozen op de Maas. Een aantal dorpen hebben een eigen afwatering, zoals Wamel en Dreumel.

Aangezien er sprake was van natuurlijke lozing via uitwateringssluizen liet de waterafvoer veel te wensen over. Bij hoge rivierstanden was lozing niet goed mogelijk en kwamen de lager gelegen gebieden onder water te staan. Uiteraard was dit vooral benedenstrooms het geval. De bewoners van deze gebieden hebben getracht dit te ondervangen door de aanleg van "dwarsdijken" en andere binnen-

dijken (achterdijken), die het afstromende water uit de stroomopwaarts gelegen polders moesten keren. Ter hoogte van de weteringen waren deze dijken voorzien van doorlaatsluizen die dicht gingen, wanneer de uitwateringssluizen naar de rivieren werden gesloten in verband met een te hoge rivierstand. Het waterbezwaar, dat daardoor ontstond in het bedijkte gebied, kon op deze wijze beter worden verdeeld over het gebied. Voorbeelden van dwarsdijken zijn de Diefdijk (1385) van Culemborg naar Leerdam ter bescherming van de Vijfherenlanden, de Meidijk in de Bommelerwaard, de Sluissestraat in het land van Maas en Waal. Kolkgraten getuigen van doorbraken van deze dijken en zij leverden dan ook zekere gevaren op, alsmede grote wateroverlast in de gebieden erboven. Als gevolg van deze ontwateringsproblematiek, die tot veel twisten heeft geleid, tussen de "bovendorpen" en de "benedendorpen", zijn gedeelten van de lager gelegen gebieden lange tijd zeer extensief gebruikt geweest en werden woonkernen verlaten. Men moet daarbij bedenken, dat door de bedijkingsactiviteiten zelf in de lager gelegen gebieden, de stroomopwaarts gelegen gebieden in de problemen kwamen! Pas met de komst van de stoomgemalen (1846) en vooral de elektrische gemalen in deze eeuw, kon de waterhuishouding in orde worden gemaakt. Men ziet dan ook dat pas de laatste 40 jaar een intensief gebruik van de laaggelegen komgebieden op gang is gekomen door ontwatering, ontsluiting, ruilverkaveling en boederijverplaatsing. In het land van Maas en Waal stonden gedeelten van kommen nog 40 jaar geleden tot ver in mei blank! Door de betere ontwatering neemt de rijpingsgraad van veel komkleigronden toe, waardoor de doorlatendheid en het vochtbergend vermogen van deze zware kleigronden, die tot nu toe werden gekarakteriseerd als "zeer slecht" eveneens beter worden. Drainage vindt steeds meer toepassing, waardoor de toestand steeds verder verbeterd, en men kan stellen, dat het proces van ontwatering, dat in de Middeleeuwen is gestart nog steeds niet afgesloten is. Volgens de bodemkaart 1:50.000 hebben veel komgronden nu een grondwaterstand, die gemiddeld fluctueert tussen 0-40 cm en 80-120 cm diepte (Gt III). Als gevolg van de ontwatering worden vooral de hoogste pieken weggevangen, waardoor de hoogste gemiddelde waterstand beperkt blijft tot 20 à 40 cm -

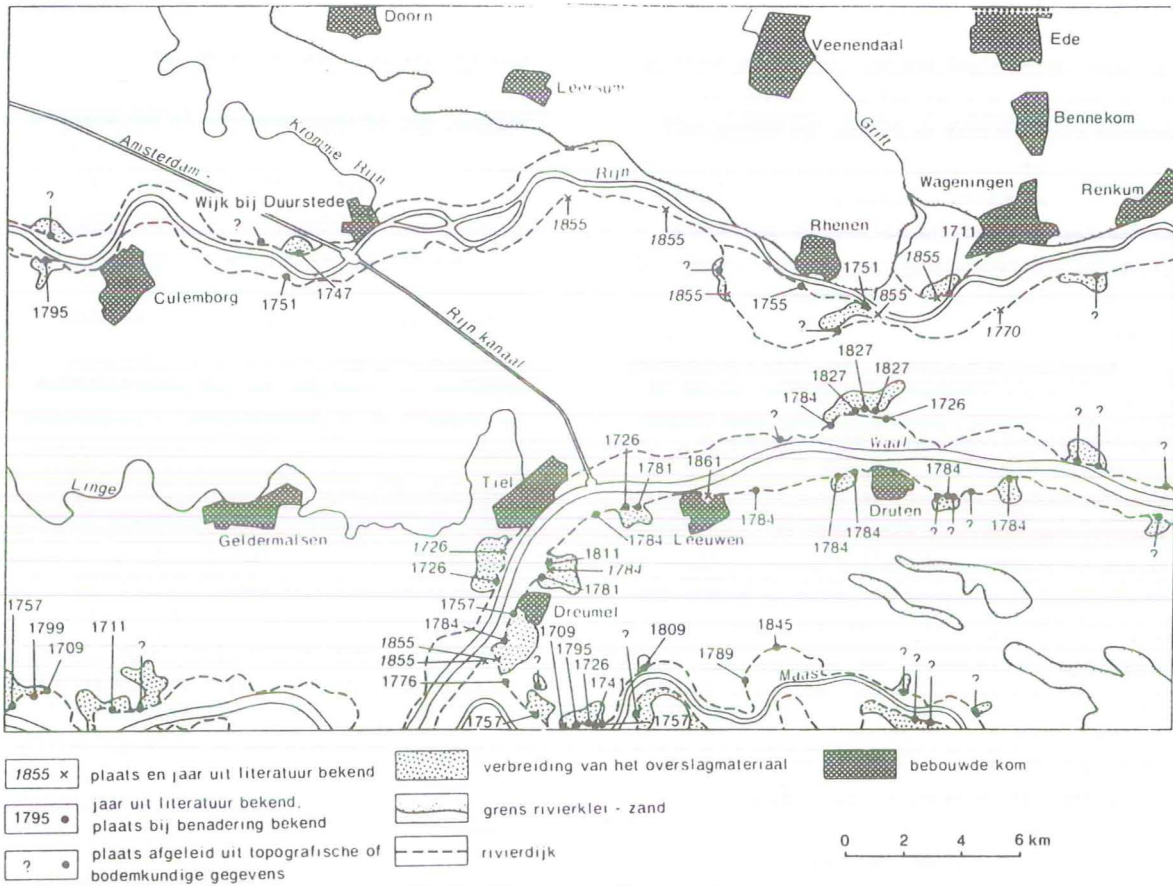
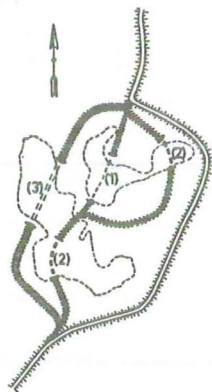


Fig. 12: dijkdoorbraken in het centrale deel van het rivierkleigebied vanaf circa 1700.



- (1) Doorbraak vóór 1784.
Burst before 1784.
- (2) Doorbraak van 1784.
Burst of 1784.
- (3) Doorbraak van 1811.
Burst of 1811.

- Dijk bij de doorbraak van vóór 1784.
Dike before the burst before 1784.
- ==== Dijk voor 1784.
Dike before 1784.
- ==== Dijk tussen 1784 en 1811.
Dike between 1784 and 1811.
- Dijk na 1811.
Dike after 1811.

Fig. 13: opeenvolgende dijkdoorbraken, dijkverleggingen en wielen bij de Rijkswaard onder Dreumel (exc. pt 3).

m.v. (Gt III^{*}) of zelfs 40 à 80 cm (Gt IV).

De duur van een hoge grondwaterstand neemt eveneens af. Dit is in ruilverkavelingsgebieden het geval. Waar klei rust op veen bedraagt de grondwatertrap veelal II (0 à 50 cm - 40 à 80 cm). Ter vergelijking zij opgemerkt dat de stroomruggronden veelal een grondwatertrap IV hebben met hoogste gemiddelde standen van 40 à 80 cm en laagste beneden 120 cm diepte. Vooral bij een zandige ondergrond reageert de grondwaterstand sterk op de rivierstand. De diepe stroomruggronden hebben van de ontwatering van de kommen geen hinder ondervonden. De ondiepe stroomruggronden of "heibanen" zijn in sommige gevallen droogte gevoeliger geworden. Via enkele elektrische gemalen kan 's zomers ook water worden ingelaten, o.a. bij het Linge gemaal tegenover Wageningen.

Een apart probleem vormden de periodiek zeer hoge waterstanden op de rivieren, mede veroorzaakt door de bedijking zelf. Om de watermassa's zonder gevaar te kunnen afvoeren ontwierp men een aantal "overlaten". Dit zijn lagere dijkgedeelten, waarover het water het achterliggende land kan binnenstromen, wanneer een bepaalde rivierstand wordt bereikt. Hierdoor wordt een extra berging verkregen en wordt het rivierpand voorbij de overlaat ontlast. Een dergelijke overlaat bevond zich bij Beers tussen Cuyck en Grave. Het Maaswater kon op deze wijze via een brede bedding in westelijke richting afstromen om dan stroomafwaarts weer in de Maas te vloeien. In extreme gevallen kon het Maaswater op deze wijze via een aantal overlaten in dwarsdijken, ten zuiden van Den Bosch langs doorstromen tot bij Waalwijk. Meerdere overlaten tussen Waal en Maas bevonden zich bij Herewaarden.

Via de overlaten kwam periodiek, soms wel tweemaal per jaar, veel land onder water te staan met alle bezwaren voor het landgebruik vandien. Aan deze ongewenste toestand is in deze eeuw een einde gemaakt door het graven van de Bergse Maas en de kanalisatie van de Maas. Het waterafvoerend vermogen is daarbij vergroot door afsnijden van de bochten en verbreding van de bedding. De overlaten werden afgesloten.

Waar op geringe diepte een zandige ondergrond voorkomt draagt kwel bij hoge rivierstanden eveneens bij tot het waterbezwaar van polders. Om tegendruk te geven, legde men daarom soms achter de dijk "kwelkaden" aan, die het water, dat onder de dijk door kwam opvingen. Deze tegendruk beperkte niet alleen de kwel, maar vergrootte ook de stabiliteit van de dijk. Het Maas-Waal kanaal draagt eveneens bij tot het terugdringen van kwel in het Land van Maas en Waal uit het gestuwde Pleistoceen.

Tenslotte vormden de talloze dijkdoorbraken een bron van zorg voor de waterhuishouding. Langs de Maas getuigen nog 33 en langs de Rijn en Waal nog 72 kolk-gaten van doorbraken. Inundaties van het rivierkleigebied vonden ook plaats bij oorlogsdreiging. De Grebbesluis is mede gebouwd om hiervoor water in te laten. Voorts zijn in de Betuwe restanten van dwarsdijken Hien naar Opheusden en van Ochten naar Kesteren getuigen van linies uit de Spaanse tijd.

Om het doorbraakgevaar verder te beperken worden de dijken in het rivierkleigebied op het ogenblik verzwaaard en op deltahogte gebracht.

5. BEWONING EN LANDGEBRUIK

De oudste tot nu toe bekende bewoningssporen in het rivierkleigebied dateren uit de Nieuwe steentijd (5300-2100 voor chr.). Uit deze tijd zijn o.a. een jachtkamp gevonden bij Bergschenhoek in de omgeving van Rotterdam (4300 voor chr.) en boeren-nederzettingen, behorende tot de Vlaardingen cultuur (3000-2500 voor chr.). In de Betuwe is eveneens sprake geweest van intensieve bewoning in de Midden-Bronstijd (ca. 1800 voor chr.). Van duidelijke sporen van intensieve bewoning in het hele rivierkleigebied is sprake vanaf de IJzertijd (700-0 jaar voor chr.). De Romeinen legden een keten van legerplaatsen, verbonden door een weg op de zuidelijk oever van de Rijn aan: de huidige Nederrijn, Kromme Rijn en Oude Rijn in de richting van Katwijk. Zij bezaten zuidelijk daarvan tal van hoeven. Na de Romeinse tijd vanaf ca. 250 na chr. is het westelijke deel van het rivierkleigebied weer grotendeels verlaten als gevolg van toegenomen wateroverlast. De hoge pré-romeinse laat-subboreale stroomruggen in het uiterste oosten zijn naderhand niet meer overslibd en waarschijnlijk permanent bewoond gebleven. Elders is het Romeinse niveau onder een pakket Sub-atlantische afzettingen verdwenen (tabel 2). Vanaf de Middeleeuwen is ook het westelijk deel weer bewoond geraakt en de meeste dorpen dateren uit de tijd tot ca. 1000 na chr.

Aanvankelijk waren alleen de hoogste delen van de oeverwallen en de donken bewoonbaar. Vanaf de late Middeleeuwen heeft men



Fig.14 Dijkdoorbraak bij Elden
(Opname van de Geallieerde Luchtmacht; Luchtfoto archief Stichting
voor Bodemkartering, Wageningen ; 14 maart 1945 , schaal ca 1 : 8.000)

ook gebruik gemaakt van verhoogde bewoningsplaatsen op de oeverwallen, de z.g. "woerden". Dergelijke oude woonplaatsen worden gekenmerkt door de diephumeuze, donker gekleurde, oude kultuurgronden. Pas na de bedijking, die van de 12^{de} tot de 14^{de} eeuw zijn beslag kreeg kon de bewoning ook elders op de oeverwallen tot stand komen. Het valt daarbij op dat in de hooggelegen, oostelijke delen van het riviergebied de bewoning verspreid is en dat de wegen oude stroomruggen volgen. In het laaggelegen westelijk riviergebied zijn bewoning en wegen op de dijken geconcentreerd wegens de vaak optredende wateroverlast. In de meeste dorpen staan de Middeleeuwse kerk en de school op het hoogste punt. In tijden van nood kon men hier een veilig heenkomen vinden.

Het valt op dat veel wegen zijn aangelegd in of vlak langs de voormalige geulen. Zij hebben daardoor veelal een kronkelend verloop. Ook gemeentegrenzen vallen op veel plaatsen samen met dit soort terreinkenmerken.

Tot in deze eeuw werden alleen de hogere gronden intensief gebruikt voor de akkerbouw, veelteelt en fruitteelt. Met name de fruitteelt heeft sinds halverwege de vorige eeuw een grote vlucht genomen. De laaggelegen komgebieden die regelmatig dras stonden waren onbewoond en werden vrijwel uitsluitend gebruikt als hooiland en voor het weiden van jongvee. Pas door een deugdelijke ontwatering, ontsluiting, ruilverkaveling en hoederijverplaatsing en vrijwaring voor overstroming is in de laatste 40 jaar een intensief gebruik van deze gebieden voor de veehouderij op gang gekomen. Op beperkte schaal vindt men tegenwoordig ook de teelt van snijmais en wat akkerbouw. Voorts werd in de kommen de griendkultuur bedreven en vond men er vele eendekooien. Veel grienden zijn omgezet in opgaand populiebos. Het van oorsprong open karakter van de kommen is daardoor en door de aanleg van laan- en erfbeplantingen sterk verminderd.

De uiterwaarden zijn traditioneel in gebruik als hooi- en weidegebieden. Voorts is in de laatste honderd jaar veel klei gewonnen voor de steenbakkerij en grind en zand voor bouwdoeleinden. Het overstromingsgevaar vormt een belemmering voor het gebruik voor andere doeleinden. Als gevolg van de minder gunstige ontwatering is het Land van Maas en Waal door de eeuwen heen in landbouwkundige zin achtergebleven bij de Betuwe, die door de bank genomen minder wateroverlast had door een hogere ligging. Het oppervlak stroomruggronden is in de Betuwe ook groter, het oppervlak aan kommen geringer dan in het land van Maas en Waal.

Door hooiwinning en beweiding zijn eeuwenlang voedingsstoffen onttrokken aan de komgebieden, die niet werden bemest. De dierlijke mest kwam uit-

sluitend ten goede aan het bouwland op de stroomruggen. Dit heeft geleid tot een sterke verarming van de kommen. Deze werd nog versterkt doordat als gevolg van de bedijking een regelmatige overstroming met rivierwater en daarmee de aanvoer van vers slib achterwege bleef. In dat opzicht hadden dijkdoorbraken een heilzame werking op de produktiviteit! De overstroming met (ijzerrijk) kwelwater en regenwater had geen gunstige werking, eerder een verslechterende invloed. Ook de stroomruggen zijn ondanks de bemesting in de loop van de eeuwen uitgeboerd. Het braakjaar is dan ook tot in deze eeuw gehandhaafd gebleven. De komst van de kunstmest heeft hierin grote verandering gebracht. Desondanks blijft met name de K-voorziening een probleem als gevolg van K-fixatie van de gronden.

Dankzij de bemesting bieden de stroomruggronden tegenwoordig een breed scala van landbouwkundige mogelijkheden, waaronder akkerbouw met kleivruchtwisseling, fruitteelt, veeteelt, de teelt van heesters en tuindbouw. De laatsen vooral op de lichtere gronden (o.a. bij Opheusden en Huissen). Ook voor de niet-agrarische toepassingen zijn de stroomruggronden het meest geschikt. De komgronden lenen zich het beste voor grasland van goede kwaliteit. Voor bosbouwkundig gebruik zijn de rivierkleigronden uitstekend, vooral voor loofhout. Zij zijn daarvoor echter veel te duur.

Tabel II: voornaamste kenmerken van de bodemgeografische gebieden.

Naam en hoogte t.o.v. NAP	Omschrijving	Geologische afzettingen binnen 1,20 m	Verkavelingspatroon	Bewoning	Bodemgebruik	Opgaande begroeiing
Stroomruggen >2 m + NAP	relatief hoog gelegen met flauwe helling naar lagere gebieden	Tiel 0, I, II / Betuwe Formatie	blokvormig, plaatselijk strookvormig	geconcentreerd langs wegen en in dorpskernen	bouwland, grasland, boomgaard	wilgen, populieren, soms eiken
Kommen en kommen op veen 0,5 m - tot 1 m + NAP	relatief laag gelegen, open, vlak; begrensd door hogere gronden	Tiel 0, I, II, III / Betuwe Formatie	strookvormig en modern rationeel	verspreid; plaatselijk langs kaden en weteringen	grasland, plaatselijk griend of populierenbos	wilgen, elzen, populieren
Veenkommen 0 tot 1 m - NAP	relatief laag gelegen, open	Hollandveen	strookvormig, plaatselijk „copen”	weinig of geen	grasland	weinig of geen (elzen langs kaden)
Veenstroomruggen en bijbehorende flanken 0 tot 1,5 m + NAP	smalle, scherp begrensde ruggen, reliëfrijk door smalle geulen	Gorkum IV, Hollandveen Tiel 0, I	strookvormig, plaatselijk „copen”	verspreid, soms lintvormig langs weteringen	grasland, plaatselijk boomgaard	wilgen, elzen, populieren
Overslagen 1 tot 2,5 m + NAP	relatief hoog gelegen, geconcentreerd langs dijken; enig mesoreliëf	Tiel III / Betuwe Formatie	blokvormig, plaatselijk strookvormig	verspreid	boomgaard, grasland	wilgen, elzen, populieren
Donken 2 tot 3 m + NAP	opduikingen, contrasterend in het landschap; relatief klein	Formatie van Kreftenheye	-	geconcentreerd op grote donken	-	-
Uiterwaarden 2 tot 2,5 m + NAP	buitendijks; reliëfrijk door strangen en afgravingen	Tiel III / Betuwe Formatie	blokvormig	geen	grasland	meidoornheggen, knotwilgen, populierenbosjes

85-1262/47 vdW/tea

6. Routebeschrijving van a t/m z

- a. Van Wageningen rijden we via de Nude naar Rhenen. Al in het begin van de 12de eeuw was er sprake van een kade in de Nude tussen de Wageningse Berg en de Grebbeberg.

In dit zuidelijke deel van de Gelderse Vallei is rivierklei tot afzetting gekomen (Rn67C, Rd90C, bRn46C), vooral na de bedijking van de Betuwe aan de overkant van de Rijn. De Grebbedijk werd pas in 1595 aangelegd. Wij passeren de Grebbesluis die de verbinding vormt tussen de Rijn en de Grift. De Grift werd in 1473 gegraven om turf van Veenendaal naar de Rijn te kunnen afvoeren. Het oorspronkelijke riviertje de Kromme Eem die water van het hoogveen bij het latere Veenendaal naar de Rijn afvoerde, was hiervoor ongeschikt. Tegenwoordig voert de Grift het water van de vallei af naar de Eem bij Amersfoort. Bij de Grebbesluis kan water worden ingelaten, vroeger ook om militaire redenen (waterlinie).

De weg naar Rhenen gaat over de Grebbeberg (Heimenberg), een "stuwwal".

- b. Van Rhenen gaan we over de brug naar Kesteren. Wij passeren het stroombed van de Rijn, waarvan hier de noordelijke begrenzing gevormd wordt door de steile hellingen van de stuwwal, de zuidelijke door de Rijnbandijk. Na de brug zien we enkele waterplassen, ontstaan door zandwinning.

- c. Op de rondweg om Kesteren slaan we rechtsaf richting Lienden-Culemborg (wegwijzer 5304). We bevinden ons dan in een voormalige kronkelwaard van de Rijn, bedijkt in 1529 (de Marspolder). De oude dijk langs Kesteren en Lienden werd hierdoor in feite een slaperdijk.

De Marspolder bestaat uit twee delen: Lede en Oudewaard en de Mars. Eeuwenlang was de eigenlijke Mars gedeeltelijk Gelders, gedeeltelijk Stichts; Lede en Oudewaard waren Gelders.

Na de bedijking in 1529 bleef een restgeul van de Middeleeuwse Rijn achter; deze draagt nu de naam De Oude Rijn. Aan deze oude Rijnloop tussen Gelre en het Sticht zou een tol gelegen hebben (boerderijen "de Tollenburg" en "de Schuilenburg"). In het begin van de 13de eeuw is de Rijn langs Rhenen gaan stromen (als gevolg van ingrijpen door de mens?),

waardoor de betekenis van Rhenen toenam o.a. door de vestiging van een Stichtse tol. Op de stroomrug aan de zuidkant van deze Oude Rijn komen jonge rivierkleigronden (Betuwe Formatie; Rd90A, Gt VII) voor. Hier treffen we nog steeds het kenmerkende landschap van de stroomruggen aan: bebouwing, akkerbouw, boomgaarden, tuinbouw, alles in een nog vaak herkenbare blokverkeveling. Deze strook is ca 2 km breed.

We volgen de provinciale weg tot Aalst en slaan dan even voorbij de kruising met de oude dijk rechtsaf (wegwijzer 6746), richting camping Lede en Oudewaard. Rechts staat een grote typische Betuwse boerderij daterend uit 1650. Het voorhuis staat dwars op het achterhuis (T-vorm). De voorgevel heeft een asymmetrische indeling, met 4 ramen links van de voordeur en 2 ramen van een opkamer (boven een kelder) rechts van de voordeur. We gaan rechtsaf en rijden ca 100 m over de dijk en slaan vervolgens links af. We passeren de Oude Rijn en zien rechts van de weg tegenover de camping een jongere Betuwse boerderij liggen (symmetrische voorgevel met twee ramen aan beide kanten van de voordeur) waarbij ook nog een zgn. hoge schuur staat. Aan het eind van de Hogedijkse weg (Rosmolenweg) slaan we linksaf in de richting van Lienden (Hogeweg-Remsestraat). Vlak voor de oude dijk passeren we weer de Oude Rijn, hier in gebruik als staatsnatuurreservaat. Bij de kerk slaan we links af en verderop in het dorp weer links. Bij een oude boerderij (Anna's Hoeve op de poortposten; let op de fraaie bruine beuken uit de vorige eeuw) slaan we links af en gaan over de dijk naar de proefboomgaard van TNO "de Schuilenburg". Hier bekijken we enkele stroomruggronden en de oude, grotendeels dichtgeslibte Rijnloop (Exc.punt 1a, 1b en 1c; zie fig. 15 en 16).

- d. We rijden dezelfde weg terug naar Lienden tot aan de kerk. Het dorp Lienden bestaat uit een aantal kleine brinkachtige pleinen (Brinkstraat, Hogebrinkseweg) vanwaar een aantal wegen in verschillende richtingen uiteengaan, een gevolg van het typische wegenpatroon van oude dorpen op de stroomruggronden in de Betuwe; zie fig. 15. Aan een van de pleinen ligt de kerk, waarvan de oudste delen dateren uit de 11de eeuw, mogelijk nog ouder. In de kerk bevinden zich muurschilderingen.

We vervolgen de weg linksaf en gaan via het Marktplein en de Brinkstraat en vervolgens de Groenestraat-Culekampseweg langs Ommeren naar



Fig. 15 Lienden; situatie naar kadastraal minuutplan van 1824

Ingen. Op deze stroomrug komt nog veel fruit-teelt voor, overwegend in moderne laagstam-boomgaarden. Tussen Lienden en Ommeren ligt aan de linkerkant het landgoed "de Eng". In de vorige eeuw woonde en werkte hier baron van Brakell tot den Eng, een der voormannen van vernieuwing in de landbouw in de vorige eeuw. Na de kerk en de molen (beide links) van Ingen slaan we linksaf (wegwijzer 3616, richting Tiel-Culemborg) en rijden door tot aan

- e. de provinciale weg. We gaan even rechtsaf over de prov. weg, om direkt weer linksaf te gaan (De Steeg). Bij het volgende kruispunt slaan we rechtsaf en rijden deze weg uit. We rijden door een groot komgebied, dat deel uitmaakt van het Liendense, Ommerense en Ingense Veld. Bij Ommeren ligt onder een laag komklei (Betuwe Formatie) een stroomrug van vòdr de Bronstijd (Afzettingen van Gorkum IV). Op de stroomrug zijn bewonings-sporen uit de Bronstijd aangetroffen. Voorkomende bodemtypen aan de rand van de kom zijn Rn95C en Rn67C met Gt V/VI; Rn44C met Gt III in het centrum van de kom. Het bodemgebruik is overwegend grasland; de groei van populierenbossen is matig tot slecht (ijle en krommem bomen, ongelijke stand, veel uitval). Sommige huizen hebben verhoogde erven vanwege voormalige natheid 's winters en overstromingsgevaar in deze grote kom (velden).

Het centrale deel van het Ommerense Veld c.s. heeft tijdens het optreden en het verleggen van verschillende stroomsystemen steeds in de positie van een kom gelegen.

((Bij voldoende tijd zal een route worden gevolgd langs de westelijke kant van het Ommerense Veld langs vier oude bewonings-plaatsen uit de Bataafs-Romeinse tijd, waarop oude boerderijen staan. Bij de Blauwe Kamp gaan we dan linksaf over de Linge, richting Echteld. Vòdr de snelweg gaan we rechtsaf en rijden dan door tot exc. punt 2; zie verder-op)).

- f. De Linge vormt het hoofdafwateringssysteem van de Betuwe en voert het water af in de richting van Gorkum. Op de bodemkaart komt goed uit dat de Linge in de Over- en Neder-Betuwe geen natuurlijke waterloop, maar een gegraven watergang is (Linge betekent vermoedelijk: Lange Water). Tot omstreeks 1950 bestond de Linge in de Betuwe op veel plaatsen uit een Rijn- en een Waal-wetering, gescheiden door de zgn. Lingewal. Vanaf Drumpt

(Tiel) ligt de Linge in een natuurlijke waterloop (zie de bodemkaart!), namelijk een oude arm van de Waal, die in 1304 bij Tiel afgedamd werd (Dode Linge).

Aan het einde van de weg (de(Ingense)steeg) door de kom slaan we links af (Tielseweg-Grotebrugse Grintweg) en rijden in de richting van Tiel. Links zien we aanvankelijk nog steeds het typische beeld van een open kom. Rechts ligt het Amsterdam-Rijnkanaal dat onlangs verbreed is. Vlak voordat de weg omhoog gaat om bij de sluizen het kanaal te kruisen, slaan we links af en vervolgen de weg (Medelseweg) tot Medel. We rijden over een oude stroomrug, met bodemtypen Rd90A - Gt VI, begrensd door Rn95C en Rn67C met Gt VI/V (Betuwe Formatie). Een fossiele stroomgeul is nog duidelijk herkenbaar aan de lagere ligging en de afwijkende percelering. De boerderij aan de andere kant van de geul ligt op de plaats waar vroeger het huis Medel of Mill gestaan heeft. Op de oeverwal ten noorden van de stroomgeul wordt een oude cultuurgrond getoond (exc.punt 2).

Na dit exc.punt, gelegen op een duidelijk hoger gelegen plaats (opgehoogd?), vervolgen we de route (Medelsestraat die door de bedding gaat!) naar Echteld en gaan vòdr het viadukt (wegwijzer 12086) de oprit op naar de snelweg, en nemen linksaf de weg naar Oss-Nijmegen (tolbrug). Deze brug werd ca 10 jaar geleden gebouwd, vooruitlopend op de aanleg van een nieuwe noord-zuid verbinding. Nu deze verbinding niet aangelegd wordt, is de situering van deze -- nu lokale/regionale -- brug, vooral t.o.v. Tiel, zeer slecht.

- g. De Waal heeft ter hoogte van de brug tussen de kaden van het zomerbed een breedte van ca 500 m, tussen de bandijken voor het winterbed een breedte van 1,5 à 2 km. Links en rechts in de uiterwaarden liggen steenfabrieken, met de bijbehorende afgetichelde (afgekleide) gronden (Betuwe Formatie; Rn52A). Ook liggen er enkele plassen die ontstaan zijn als gevolg van zand- en/of grindwinning. Over de Waal ligt tegen de zuidelijke Waaldijk links een zgn. strang, dat is een verlaten maar nog niet dichtgeslibde stroomgeul. We bevinden ons nu in het Land van Maas en Waal.
- h. We slaan rechtsaf, richting Zaltbommel (wegwijzer 12088) over de provinciale weg (Van Heemstraweg). Deze weg ligt op de overgang van de stroomrug van de Waal (rechts) en een uitgestrekt komgebied

(links), beide met hun typische kenmerken.

- i. Vdër Dreumel, iets voorbij bushalte "Het Zijvond" slaan we rechtsaf (Houtweg). Op de dijk heeft men een uitzicht over de uiterwaarden van de Waal en buitengedijkte kolken (wielen of waaien) van dijkdoorbraken in 1781, 1784 en 1811 (zie Fig. 13). Hierdoor is de dijk zeer bochtig geworden. Langs de kolken zijn populieren op rabatten geplant. Na een korte wandeling over de dijk in zuidelijke richting gaan we bij een scherpe bocht naar rechts in de dijk langs een trap omlaag. Aan de binnenkant van de dijk liggen grofzandige overslaggronden met een bouwvoor van lichte zavel (Rd10A, Gt VI; Betuwe Formatie), in gebruik als tuinbouwgronden en voor bebouwing (exc. pnt 3).
- j. Via een achterpad lopen we terug naar de bus en gaan over de Houtweg terug naar de Heemstraweg, waar we linksaf slaan en na ca 10 m weer rechtsaf het Zijvond in. Een "zijvond" of zijwende (wenden of keren: het water naar opzij wenden, afleiden) is een voormalige dwarskade die in dit geval de voormalige dorpspolder Dreumel aan de oostkant moest beschermen tegen instromend water vanuit bovenstrooms gelegen gebieden. De gemeentegrens met Wamel volgt nog deze kade. Wij komen nu in het uitgestrekte, centrale komgebied van het Land van Maas en Waal met een lengte van ca 25 km en een breedte van 3 à 4 km. In het centrum komen overwegend zware kalkloze kleigronden voor (Betuwe Formatie Rn44C, Gt III*) die overwegend als grasland in gebruik zijn. Plaatselijk komt binnen boorbaar zelfs veen voor (Rn44C; Gt III). Langs de wegen zijn wilg en populier aangeplant. In de kommen is het opgaande hout (populierenbossen, weg- en erfbeplanting) van vrij recente datum (ruilverkaveling kort na de oorlog). Eeuwenlang waren de kommen een open landschap, zonder bebouwing en opgaand hout. Hier en daar lagen eendenkooien en grienden waarvan het hout regelmatig gekapt werd.
- k. We vervolgen de Zijvond en slaan bij de tweede kruising (driesprong) rechtsaf (Bergweg). Na ongeveer 750 m ligt aan de linkerkant de "Dreumelse Berg", een donk of rivierduin van de Pleistocene riviervlakte, bestaande uit grofzand (Formatie van Kreftenheye; Zd30, Gt VII) en omgeven door komkleigronden (Betuwe Formatie; Rn44C, Gt III*): exc. pnt 4 en 5. Deze donk was oorspronkelijk veel langer en breder, maar als gevolg van

zanafgraving door boeren etc. is hij sterk verkleind. Thans is deze donk een beschermd geologisch monument.

Op de iets hoger gelegen gronden in het verlengde van deze rug komt soms al bouwland voor.

- l. Aan het eind van de Bergweg gaan we linksaf (Kavelweg, Dalenweg). Wij kruisen enkele voormalige geulen en laagten in het komgebied. Bij voldoende tijd kan doorgereden worden naar het dorpje Oude Maasdijk (!) en/of de buurtschap Moordhuizen (moord: moet, moer= moeras, veen). We volgen dan de Maasdijk aan de westkant van het Land van Maas en Waal en komen langs de voormalige overlaat bij Heerewaarden.

Bij Heerewaarden kwamen (en komen) de Waal en de Maas dicht bij elkaar (afstand ca 500-600 m). Omdat de Maas vaak lagere waterstanden dan de Waal had of hogere standen op een ander tijdstip, werden de afwateringssystemen (weteringen) via de kommen naar de Maas gegraven. Als er door hoge waterstanden van de Waal gevaar dreigde, liet men water via de overlaat bij Heerewaarden afvloeien op de Maas. De Oude Maasdijk is lager dan de tegenwoordige Maasdijk. Binnendijks bevinden zich enkele wielen. Daarna terug naar de Papeweg. Op de T-kruising gaan we opnieuw links over achtereenvolgens Papesteeg, Liesbroekstraat en Hoogbroekstraat. Wij rijden midden door een komgebied, waar in de 50er jaren in het kader van een van de eerste ruilverkavelingen in ons land een verbetering van de ontwatering, afwatering en de ontsluiting heeft plaatsgevonden. Links en rechts van de weg staan zgn. ruilverkavelingsboerderijen waar omheen een erfbeplanting is aangebracht. De gronden bestaan hier uit zware kalkloze klei (Rn44C) met een moeilijke ontwatering: Gt III*. De aanleg van buizendrainage is nog steeds gaande; in de zomer vindt veel beregening plaats (De komgronden waren vroeger berucht om hun langdurige periode van veel wateroverlast en hun zgn. zomerdepressie (=stilstand van de grasgroei).

Hier en daar worden deze komgronden ook wel (tijdelijk) gebruikt voor akkerbouw (o.a. snijmais), maar in hoofdzaak blijft het gebruik toch grasland. Links liggen op de achtergrond enkele eendenkooien in opgaand geboomte, rechts van de weg een populierenopstand.

- m. op de T-kruising gaan we linksaf (Het Zijveld) en na ca 300 m rechtsaf over de

(smalle) brug (Mosterdwal; mosterd= vlechtwerk van twijgen, waarmee de wal versterkt werd). We bevinden ons nu in een wat hoger gelegen gebied met "kom-op-stroomgronden" (Rn47C, Gt V/VI; Betuwe Formatie), dat overwegend als grasland in gebruik is. In de ondergrond bevindt zich een oude, overdekte stroomrug van de Maas.

- n. Aan het eind van de Mosterdwal gaan we rechtsaf (wegwijzer 9760; Vee-steeg). Kort na het kruispunt passeren we de Rijkse Wetering, de hoofdwetering en een der oudste weteringen (begin 14de eeuw) van het Rijk van Nijmegen en het land van Maas en Waal.
- o. Bij de tweede weg gaan we links in de richting van Altforst (wegwijzer 9758). De weg voert over een langgerekt donk (Woerd), waarop de invloed van oude cultuur duidelijk is, op de bodemkaart aangegeven met de letter T. Veel toponiemen met "Woerd" in het rivierkleigebied wijzen op hooggelegen, (van ouds) bewoonbare plaatsen. Op veel plaatsen zien we sporen van vergravingen en afgravingen (zand voor eigen bedrijf en wegen!). Altforst ligt eveneens op een donk. De naam wijst op de voormalige begroeiing met bos (foreest).
- p. Aan het eind van de weg bij "De Kikvors" (wegwijzer 5409) slaan we rechtsaf (Sluissewal). De weg ligt, duidelijk hoger dan het maaiveld aan weerszijden, op een voormalige dwarsdijk, die het water dat van stroomopwaarts gelegen gronden kwam, moest keren. Links van de weg ligt de "Blauwe of Sochweyse Wetering" die via de Blauwe Sluis het water kon lozen op de Maas. De Blauwe Wetering is vermoedelijk eind 14de - begin 15de eeuw gegraven en is dus iets jonger dan de Oude of Rijkse Wetering.
- q. Bij de Blauwe Sluis op de Maasdijk gaan we linksaf, richting Appeltern. De sluis ligt aan een afgesneden meander van de Maas, die voor grondwinning (Formatie van Kreftenheye) verder uitgebaggerd is en nu ingericht wordt als watersportgebied ("De Gouden Ham"). Dit gebied behoorde vòdr de meanderafsnijding in de 30er jaren tot Noord-Brabant (Megen). Hier gebruiken we de lunch, waarna de excursie vervolgd wordt over de dijk naar Batenburg. Bij Appeltern voert de route via de Munseweg even achter de dijk langs. De dijk ligt op de jongste (= hoogste) stroomrug van de Maas (post-romeins: Betuwe Formatie) die overwegend bestaat uit kalkloze klei- en zavelgronden (Rn15C, Rd90C, Rn95C, Gt VI). Deze

gronden zijn in gebruik voor de akkerbouw, weidebouw en fruitteelt. Net iets voorbij Appeltern ligt tussen zwaar geboomte en binnen een gracht het overblijfsel van het kasteel van Appeltern. Hier schreef de vurige patriot en grondlegger van de democratie in Nederland, Joan Derk van der Capellen tot den Pol (1741-1784), heer van Appeltern enz., anoniem het meest beruchte dan wel geroemde pamflet uit onze vaderlandse geschiedenis: "Aan het volk van Nederland" (1781). De oprijlaan naar het voormalige kasteel geeft nog steeds de hoogte aan die de Maasdijk in 1780 had, omdat toen een nieuwe dijk vòdr het Huis Appeltern aangelegd werd.

Even verder staat links aan de dijk het nieuwe gemaal Bloemers, dat zorgt voor de afvoer van het water dat via de Nieuwe Wetering aangevoerd wordt uit het oostelijk deel van het Land van Maas en Waal. Na de opstelling van de zgn. Landbrief (= reglement) voor het Land van Maas en Waal in 1321 werd de Nieuwe Wetering gegraven die hier de uitwatering op de Maas kreeg. Hierdoor werd het mogelijk om een groot komgebied ten oosten van (de zanddorpen) Bergharen en Hernen te ontwateren. Het nieuwe gemaal Bloemers werd omstreeks 1965 in gebruik genomen. Het oude gemaal (uit 1918) werd nog tot ongeveer 1969 gebruikt. In 1984 werd dit cultuur-historisch en industriële monument overgenomen door de Maas en Waalse Monumentenstichting "Baet en Borgh".

Verderop aan de dijk zien we aan de linkerkant van de dijk "het Spijkswiel", een kolk die vermoedelijk in de 10de eeuw ontstaan is bij een doorbraak van de oeverwal, vòdrdat er bedijkt was ("oevergronden"). Ook na de bedijking bleef hier een zwakke plek bestaan, omdat de dijk aangelegd is als een dam door de gat heen.

Aan de rechterkant bevindt zich de hoog opgeslibde uiterwaard, bestaande uit goed ontwaterde, bruine, kalkloze klei- en zavelgronden (Rd90C, zonder Gt). Langs de Maas staan bomen ter markering. Bij de kanalisatie van de Maas in de 30er jaren (waaronder afsnijding van meanders) zijn bochten in de dijk afgesneden, waardoor de dijk een rechter tracé kreeg en betrouwbaarder werd. De ruimte tussen de oude bocht en de nieuwe dijk werd opgevuld met grond die vrijkwam bij de Maaskanalisatie.

- r. Op de route naar Batenburg bekijken we een uiterwaardgrond op een perceel dat afgeticheld wordt, of achter boerderij "de Lyne"

(exc. pnt 6). De Lyme is een complex van buitendijkse aanwassen, waarschijnlijk ontstaan tengevolge van bekribbings-activiteiten door de Heren van Batenburg en daardoor hun eigendom wordend.

Het valt op dat het centrum van Batenburg in één lijn ligt met het dijktracé. Ter hoogte van het stadje heeft de dijk een uitbocht naar buiten. Een aannemelijke verklaring is dat zowel de eerste woonplaatsen als de eerste kaden die later omgevormd zijn tot dijken, aangelegd zijn op de hoogste delen van de oeverwallen, dicht tegen de rivier aan. Bij verzwaring van de dijken en de noodzakelijke bescherming van de dorpen (met hun eventuele uitbreidingen) tegen het steeds hoger oplopende water, moest naderhand een dijk om het stadje heen gelegd worden. De kernen van de dorpen zelf zijn vaak ook opgehoogd. Posities van dorpen en Middeleeuwse kerken dicht tegen de dijk en zelfs in of buiten de dijk (bijv. in Dodewaard en Heteren in de Betuwe) zijn ook ontstaan door het terugnemen van dijken als gevolg van oeverafslag. Om deze redenen zijn ook gehele dorpen verdwenen.

De hoofdstraat in Batenburg (Grootestraat, met leilinden) ligt in het oude, rechte dijktracé. De Oude of Sint Victorkerk (thans in bezit van de Stichting Oude Gelderse Kerken) is een van de oudste kerken in het Land van Maas en Waal, oorspronkelijk verbonden aan het St. Victorkapittel van Xanten. Batenburg is vooral bekend geworden door de rol van de aanzienlijke Heren van Batenburg, later Bronkhorst-Batenburg (eind 13de eeuw) in de Gelderse geschiedenis. Omstreeks het jaar 1000 kreeg Batenburg stadsrecht. Batenburg was een vrij rijksleen, d.w.z. het behoorde niet tot het Ambt van Maas en Waal, maar had een eigen rechtsspraak e.d.. Het oude stadje had 4 poorten en bezat o.m. het recht van een eigen munt. Vlak bij de kerk staat een huis met een gevelsteen "die Munte". Het stadje werd verschillende keren belegerd en verwoest. Zo werd in 1612 begonnen met de herbouw van de oude kerk die in 1600 bij de verovering van Batenburg door Prins Maurits verwoest was. De kerk werd kleiner en lager dan voordien herbouwd.

Ook het machtige slot, dat in aanleg dateert uit de 12de eeuw, werd regelmatig verwoest en herbouwd. In de 18de eeuw was het een indrukwekkend kasteel. Franse soldaten brachten grote vernielingen aan en staken het in brand

(1794). Rond 1820 liet de Graaf van Bentheim dit eens zo fraaie en oudste kasteel van Gelderland slopen. Nu rest nog een kleine ruïne, thans in bezit van de Stichting Vrienden der Gelderse Kastelen.

- s. Na Batenburg vervolgen we de Maasdijk in de richting van Niftrik. Links aan de dijk staat een fraaie wipkorenmolen. Rechts in de uiterwaard is nog duidelijk een dichtgeslibde geul van de Maas zichtbaar. Evenals vóór Batenburg is hier de dijk verzwaaard en rechtgetrokken. In vergelijking tot de oude dijk heeft de nieuwe dijk een bredere voet en kruin en minder steile taluds; hij is niet veel hoger. Aan de binnenzijde zijn restanten van de oude dijk met dijkhuizen bewaard gebleven. De ruimte tussen de dijken is hier en daar opgevuld. We passeren de Niftrikse sluis en het gemaal Van Citters I (1926).
- t. Voorbij Niftrik aan de rechterkant ligt een afgesneden Maasmeander. We verlaten de dijk bij een bord "B-weg" (Ravensteinseweg) en gaan daarna rechtsaf (wegwijzer 10752) in de richting van Grave (Drutenseweg). Aan de linkerkant ligt een bebost Pleistoceen rivierduin (Zb30, Gt VII; Formatie van Kreftenheye). Wij passeren een gebied met lichte, kalkloze stroomruggronden (overwegend Rd10C, Gt VII) langs een dichtgeslibde Maasmeander (Rn44C, Gt III).
- u. Op de provinciale weg (T-kruising: wegwijzer 10750) gaan we linksaf richting Wijchen. We gaan over een oude woonplaats (letter T op de bodemkaart).
- v. Na ca 800 m gaan we rechtsaf de Broekstraat in. Rechts kijken we uit over een open komgebied (Lunensche, Neder- en Overasseltse Broek), waarin Holocene, zware, kalkloze, "jonge" rivierklei (Betuwse Formatie) rust op Laat-pleistocene "oude" rivierklei (Formatie van Kreftenheye): Rn47C, Gt V; Rn67C, Gt VI; Rn44C, Gt III. Dicht tegen het rivierduincomplex aan de noordzijde gaat het kleipakket binnen boorbereik over in veen. De naam "Broek" duidt hier reeds op. Plaatselijk komen langgerekte zandige opduikingen voor.
- w. Bij Boskant bereiken we een groot rivierduincomplex, behorend bij de Pleistocene riviervlakte. Op de splitsing gaan we rechtsaf en volgen de weg die ligt op de rand van dit complex langs het komgebied. Aan de linkerkant bevindt zich een complex bruine, grofzandige Enkeerdgronden (BEZ30, Gt VII) op het zand, aan de rechterkant de kleigronden (Rn44Cv, Gt III) van het komgebied. Langs de

wegrand zijn duidelijk sporen van afgraving te zien t.b.v. bezanding en mogelijk voor de aanmaak van aardmest.

- x. Na ca 800 m, bij een verkeersbord "5 ton", gaan we linksaf en rijden een bebost stuifzandgebied (terrein van SBB) in (Geitweg), vervolgens op de kruising na ongeveer 950 m rechtsaf, richting Heumen (Heumenseweg-Hessenbergseweg). We bevinden ons nu midden op het rivierduin complex met een variatie aan zandgronden, (voornamelijk behorend tot de Formatie van Kreftenheye, gedeeltelijk tot de Formatie van Kootwijk (stuifzand)) waaronder xeromorfe en hydromorfe Humuspodzolgronden (Hd30 + Hn30, Gt VI/VII), moderpodzolgronden (Y30, Gt VII), Vorstvaaggronden (Zb30, Gt VII), Duinvaaggronden (Zd30, Gt VII) Vlakvaaggronden (Zn30, Gt III), en bruine Enkeerdgronden (bEZ30, Gt VII). Een deel van deze gronden heeft een matig dik aardmestdek (cZd30 en cY30). Alle gronden zijn ontwikkeld in grof zand. Het landschap biedt een afwisseling van akker- en weidegronden, boscomplex en "woeste gronden".
- Wij passeren de Overasseltsche en Hatertsche Vennen (staatsnatuurreservaat). Water stagneert hier op oude rivierklei in de ondergrond, al dan niet versterkt door een slecht doorlatende humuspodzol-B. Veel vennen hier zijn in aanleg Boreale uitstuivingen van lokale Jonge Dekzanden (Formatie van Twente). Bij St. Walrick steken we het kruispunt over (Lokheuvelseweg, Vosseneindseweg). We komen langs de molen Joannus.
- y. Vlak voor Heumen verlaten we het duincomplex en komen in een gebied met oude rivierkleigronden. We passeren een gebied met hoge bruine oude rivierkleigronden (Formatie van Kreftenheye) die uit lichte zavel bestaan (kRdl, Gt VII). We hebben het jonge rivierkleigebied nu definitief verlaten. Bij binnenkomst in Heumen zien we rechts van de weg een buitenlands aandoend huis: het Rentmeestershuis van het voormalige Kasteel van Heumen. Dit bevond zich aan de noordelijke oever van de Maas, ter plekke waar nu een nieuwe brug over de Maas ligt. In het kader van de werkzaamheden voor de rijksweg en de brug zijn er uitgebreide opgravingen verricht naar de fundamenten van dit kasteel. Door middel van verschillende grondniveaus heeft men de contouren van dit kasteel aangegeven. In Heumen gaan we ongeveer 150 m vóór de kerk (bij een benzinstation) linksaf de Looistraat in. We verlaten het dorp en bereiken

een klein gebied met oude rivierkleigronden, begrensd door de stuwwal van Groesbeek en Nijmegen (Saalien) aan de oostzijde en het rivierduincomplex aan de westzijde. Het Maas-Waalkanaal (gegraven 1924-26) met begeleidende industrieterreinen bevindt zich tussen ons en de stuwwal. Na ca 1250 m bereiken wij exc. pnt 7, waar enkele oude rivierkleigronden getoond worden (Fig. 18 en 19).

- z. We verlaten het excursiegebied in noordwestelijke richting. De weg gaat over de noordelijke rand van het rivierduincomplex. Tenslotte gaan we rechtsaf, richting Nijmegen (Dukenburg-Tolhuis) om via de snelweg weer naar Wageningen terug te keren.

Beschrijving excursiepunten.

(zie tevens figuur 1).

Excursiepunt 1: Complex van stroomruggronden.

Lokatie: Polder Lede en Oudewaard, proefboomgaard "De Schuilenburg" ten oosten van Lienden.

Fysiografie: Kronkelwaard, bedijkt in de 16de eeuw; zavel- en lichte kleiafzettingen, behorende tot de Betuwe Formatie en afgezet door de Rijn. Tevens restgeulen, gedeeltelijk opgevuld met zware klei en moerig materiaal en herkenbaar aan een lagere ligging; hoogteligging bedraagt 6-7 in + N.A.P.

Bodemgesteldheid: Afwisseling van goed ontwaterde kalkrijke diepe en ondiepe stroomruggronden met een bovengrond van zware zavel of lichte klei (eenheid bodemkaart 1:50.000 Rd90A, Gt VII), behorende tot Ooivaaggronden, Hofeerdgronden en soms Vlakvaaggronden; profielverlopen 2 en 5. In de restgeulen Poldervaaggronden bestaande uit zware klei op moerig materiaal en/of een zandig-lemige ondergrond, en met een nattere ligging. Zie tevens fragment bodemkaart (fig. 16).

Bodemgebruik/Bodemgeschiktheid: Zeer ruime mogelijkheden voor agrarische en niet-agrarisch gebruik. Waar zand binnen 80 cm diepte voorkomt lichte tot matige beperkingen t.g.v. vochttekort. Restgeulen periodiek te nat, zeer ruime mogelijkheden voor loofhoutsoorten; ongeschikt voor naaldhout i.v.m. pH.

Huidig bodemgebruik omvat akkerbouw, weidebouw en fruitteelt; in restgeulen tevens populieren.

Excursiepunt 1a: diepe stroomruggrond.

Lokatie: Windsingel bij insectarium.

Klassifikatie: Ooivaaggrond (De Bakker en Schellig 1965; Eutric Cambisol (FAO/Unesco 1974); Rd25A, Gt VII (legenda krt 1:50.000).

Bodemgebruik: Windsingel, gemengd loofhout.

Korte beschrijving.

<u>diepte</u>	<u>horizont</u>	<u>kleur</u>	<u>textuur</u>	<u>structuur</u>	<u>hydromorfie</u>	<u>overige kenmerken</u>
0-10 cm	Ah1 (A11)	10YR 3.5/2	zware zavel	granulair	geen	rul; veel wortels; veel uitwerpselen regenwormen
10-25/35 cm	Ah2(p) (A12)	10YR 4/3	zware zavel	granulair + afgerond blokkig	geen	gangen van mollen en wormen
25/35-75 cm	Bw (C21)	10YR 5/3	zware zavel	afgerond blokkig	geen	op 25 á 35 cm restant ploegzool.
75-115 cm	Cg1 (C22g)	2.5 Y 6/4	lichte zavel	sponsstructuur	roestvlekken	veel worm en wortelgangen; houtige wortels; afpleisteringen op gangwanden
115-130 cm	Cg2 (C23g)	n.b.	gelaagde zavel en zand	gestoorde sed. gelaagdheid	roestvlekken	bevat dier en wortelgangen en wortels
130-170 cm	2 Cg3 (Dg)	n.b.	zand, gelaagd	sed. gelaagd	roestvlekken	
v.a. 170 cm	2 Cr (G)	grijs	zand			

Analyseresultaten van vergelijkbaar profiel (De Bakker en Edelman - Vlam 1976, profiel 32).

Analyseresultaten (monsternummers 85033/34/36)

Horizont	Diepte in cm	Humus elem.(%)	C-El.(%)	N-tot.(%)	C/N	In % van de minerale delen					L/S x 100	
						<2	2-16	16-50	50- 105	105- 150		>150 µm
Ap (Ap)	0-23	4,7	2,4	0,27	8,9	19	17	43	12	4	5	53
Bw (C21)	45-55	1,8	-	-	-	24	19,5	34	14	4,5	4	55
Cg g (C23g)	100-110	0,6	-	-	-	16	12,5	34	24	7	6,5	56

Horizont	CaCO3 (%)	pH-KCl	Kationenbezetting in %					Adsorptiecap. in meq per 100 g grond	Ca/Mg	K-fix.	meq/100 g grond	
			Na	K	Mg	Ca	H				CaO	SO4
Ap (Ap)	3,4	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bw (C21)	7,0	7,7	1,5	0,5	5,4	90,8	1,8	20,7	16,8	46	-	
Cg (C23g)	13,9	7,8	-	-	-	-	-	-	-	-	278	

Excursiepunt lb: Ondiepe stroomruggrond of "heibaan".

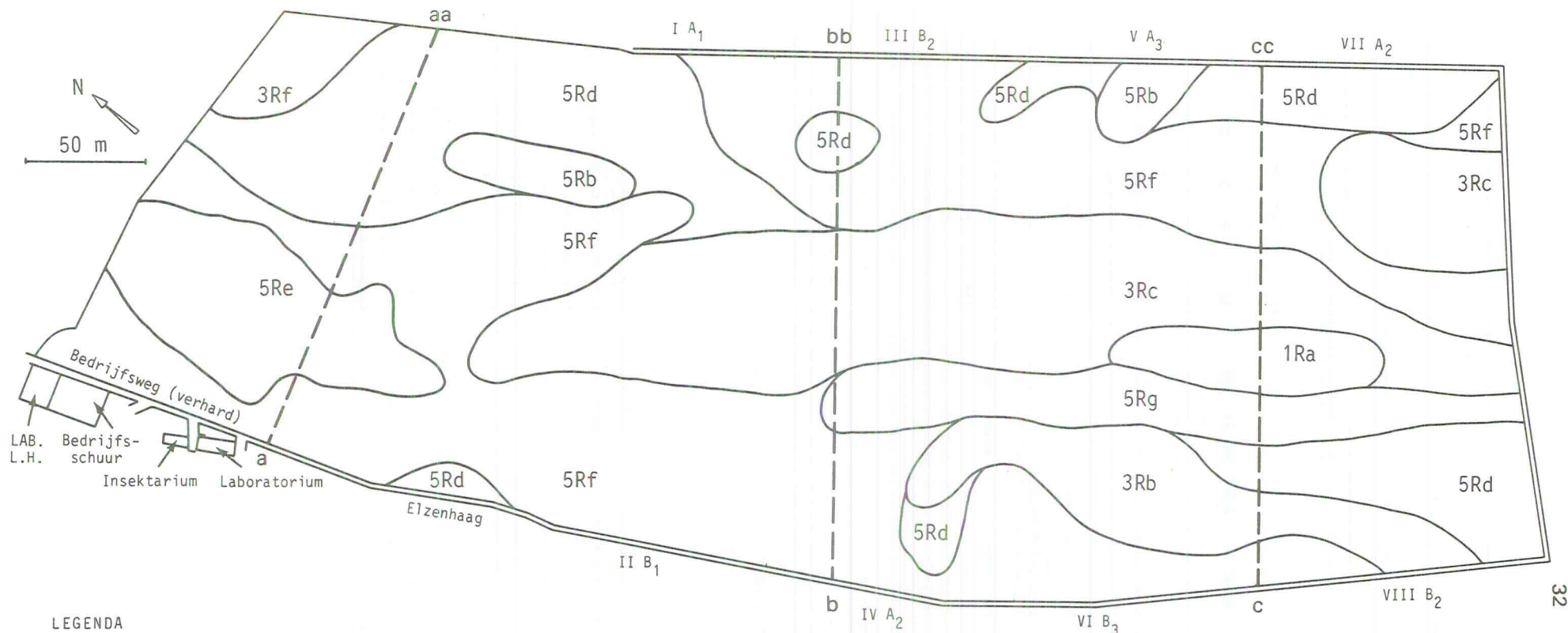
Locatie: Rij 62, boomgat 54.

Klassifikatie: Vlakvaaggrond (De Bakker en Schelling 1965) Gleyic Cambisol (FAO-UNESCO 1974).

Bodemgebruik: Boomgaard.

Korte beschrijving.

<u>Diepte</u>	<u>Horizont</u>	<u>Kleur</u>	<u>Textuur</u>	<u>Structuur</u>	<u>Hydromorfie</u>	<u>Overige kenmerken</u>
0-25 cm	A (Ap)	10YR 4/3	lichte zavel	afgerond blokkig + granulair	geen	zeer rul; zeer veel wortel- en wortelgangen; donkere afpleisteringen op oppervlakken gangen en structuur elementen; veel wortels; kalkrijk
25-35/40 cm	Bw (AD)	10YR 5/4	kleiig zand	sponsstructuur	geen	als A
35/40-85 cm	2Cg (1D)	10YR 6/2	matig fijn zand	gelaagd	roestvlekken	hier en daar dunne boomwortels
85-180 cm	3Cg (2D)	10YR 6/2	lichte zavel met fijn en grofzandige lagen	gelaagd	roestvlekken	kalkrijk; bevat veel wortelgangen en boomwortels



LEGENDA

Kalkrijke rivierkleigronden (ooivaaggronden)
Middelhoog en hoog, GHG >60 à 80 cm-mv.

aard van de bovenste 20 à 30 cm			aard van de ondergrond beginnend tussen:	
lichte zavel 8 - 17½% lutum	zware zavel 17½ - 25% lutum	lichte klei 25 - 35% lutum	20 à 30 en 80 cm	80 en 120 cm
1Ra	3Rb	5Rb	kleiarm fijn zand	lichte zavel en kleiig zeer fijn zand (gelaagd)
	3Rc	5Rd	lichte zavel en kleiarm fijn zand resp. lichte klei en kleiarm fijn zand	kleiarm fijn zand
	5Re	5Re	zware zavel en kleiarm fijn zand	kleiarm fijn zand of lichte zavel en kleiig zeer fijn zand (gelaagd)
	5Rf	5Rf	lichte klei en zware zavel	kleiarm fijn zand
	5Rg	5Rg	lichte klei en zware klei	kleiarm matig grof zand
			zware zavel, resp. lichte klei en zware zavel	lichte zavel en kleiig zeer fijn zand (gelaagd)
			lichte klei en zware zavel	zware klei

a — — — aa plaatsaanduiding van de schematische doorsneden

Fig.16 Bodemkaart van de proefboerderij "De Schuilenburg" te Lienden.
(naar Stiboka rapport 1165)

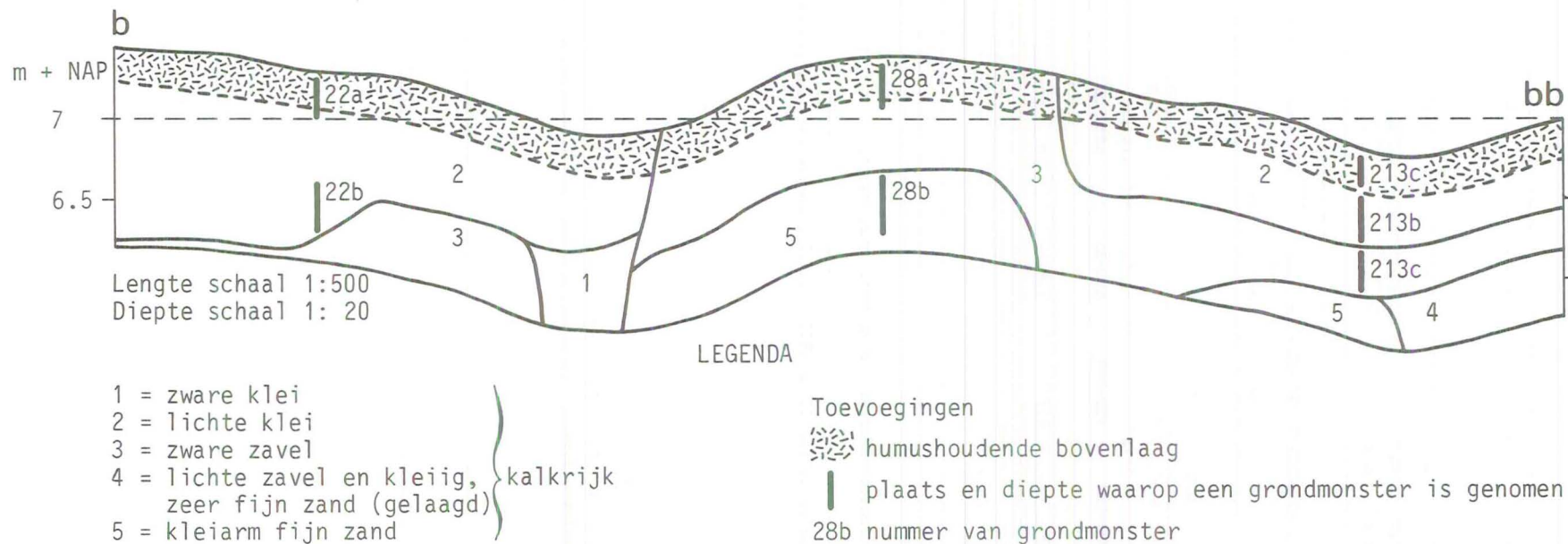


Fig.17 Geologische doorsnede door een complex van stroomruggronden op de proefboerderij "De Schuilenburg" te Lienden. (uit Stiboka rapport 1165, doorsnede B).

Analyseresultaten van vergelijkbaar profiel (De Bakker en Edelman-Vlam, 1976, profiel 24).

Analyseresultaten (monsternummers 85050/2)

Horizont	Diepte in cm	CaCO ₃ (%)	pH-KCl	Humus (%)		C-El.	N-tot.	C/N
				gloei- verlies	elem.			
Ap(Ap)	3-30	0,1	6,5	-	2,0	1,02	0,12	8,5
Bw (AD)	30-40	7,1	7,9	0,7	-	-	-	-
2Cg (Dg)	60-75	2,5	8,4	0,2	-	-	-	-

Horizont	In % van de minerale delen					L/S x100	K-fix.
	<2	2-16	16-50	50-105	>105 µm		
Ap (Ap)	21	14	20	7	38	60	33
Bw (AD)	8	3,5	7	9	73	-	-
2Cg (Dg)	0	0	2,5	0,5	97,5	-	-

De fractie >105 uit de D-horizont heeft de volgende onderverdeling in subfracties:

105-150	150-210	210-300	300-420	420-600	600-850	>850 µm
3,5	26	41	18	4,5	2,5	2

Excursiepunt 1c: Geulopvulling

Lokatie: Bij Insectarium en voormalige bedding van de Rijn (Oude Rijn).

Klassifikatie: Poldervaaggrond (De Bakker en Schelling 1965), Gt III, Eutric Fluvisol (FAO-UNESCO, 1974).

Bodemgebruik: Grasland.

Beschrijving van vergelijkbaar profiel:

0-20 cm	A (Al)	lichte klei
20-60 cm	Cg (Clg)	mengsel van zand en klei, gestort.
60-110 cm	2Cg (1D)	zware niet-gerijpte klei met houtresten en grind; geulopvulling.
v.a. 110 cm	3Cr(G)	grindhoudend, kleihoudend zand.

Excursiepunt 2: Oude cultuurgrond

Lokatie: Medel onder Echteld aan de Medelse straat.

Fysiografie: Relatief hoog gelegen (5-8 m + NAP) oude bewoningsplaats ter grootte van ca 7 ha langs een voormalige stroomgeul.
De hoogte verheft zich ca 1 m boven het omringende land. De bewoning is gesticht langs de rand van het complex en ten dele in de bedding (sic!) van de voormalige geul. Hierin liggen ook de Medelse straat en de Ooyse wetering.

Bodemgesteldheid: Tot grote diepte donker gekleurde, humeuze, zeer poreuze, in diepere lagen kalkhoudende kleigrond met een opvallend hoog fosfaatgehalte en allerlei antropogeen materiaal, zoals houtskool, baksteen, gebakken leem en scherven. In de ondergrond treft men gele fosfaatvlekken aan. De grote activiteit van mollen en regenwormen is eveneens opvallend. Op de bodemkaart 1:50.000, wordt de grond aangeduid met "T"; hij valt onder de Tuineerdgronden, Gt VII. Dergelijke gronden komen in het rivierkleigebied verspreid voor met een zeer lokale verbreiding.

Bodemgebruik/bodemgeschiktheid: De gronden bieden ruime mogelijkheden voor diverse vormen van agrarisch bodemgebruik en voor de aanplant van loofhout. Door de donkere kleur, de gunstige structuur en de goede ontwatering zijn het "vroeger gronden". In natte toestand is er kans op insporing en vertrapping, en voorts is er kans op voedingsziekten i.v.m. het hoge fosfaatgehalte en kans op legering als gevolg van het hoge stikstofgehalte. Het onderhavige complex is nu gedeeltelijk in gebruik als tuingrond, als akkerland en als grasland. De voormalige hoogstamboomgaard is gerooid.

Korte beschrijving: geen.

Analyse: (ontleend aan een Tuineerdgrond in de omgeving van Wijk bij Duurstede, profiel 43, blad 39W).

Horizont	diepte (cm)	pH-KCl	CaCO ₃	Humus (%)	In %			PAL
					<2μ	2-50μ	>50μ	
Aan 1	0-30	6,0	0,3	4,7	23	36	41	298
Aan 2g	30-60	6,7	2,3	2,6	26	43	31	299
Aan 3g	60-100	7,0	6,1	2,6	28	47	25	249

Excursiepunt 3: Overslaggrond

Lokatie: Dreumel aan de Waalbanddijk ten westen van de Houtweg

Fysiografie: complex van overslagen, ontstaan bij dijkdoorbraken van 1784 en 1811. In de ondergrond bevinden zich kom-op-stroom afzettingen; hoogteligging ca. 5,5 m + NAP

Bodemgesteldheid: matig tot goed ontwaterde, kalkhoudende, grof zandhoudende, lichte zavelgronden en kleiige zandgronden op een ondergrond van zware klei; valt in Rd10A, Gt VI op bodemkaart 1:50.000; periodiek last van kwel

Bodemgebruik/bodemgeschiktheid: overwegend in gebruik voor akkerbouw en fruitteelt; plaatse in gebruik als tuingrond; ruime mogelijkheden voor diverse agrarische en niet-agrarische gebruikswijzen, echter periodiek last van vochttekort en eventueel wateroverlast t.g.v. kwel; voorts slempgevoelig goed geschikt voor loofhoutsoorten;

Klassifikatie: Akkereerdgrond (indien zandgrond) of Hofeerdgrond (indien kleigrond), Gt VI (De Bakker en Schelling, 1965). Haplic Phaeozem (FAO-UNESCO 1974).

Korte beschrijving:

diepte	horizont	kleur	textuur	structuur	hydromorfie	overige kenmerken
0-30	Ap(Ap)	10YR3/1	lichte zavel	zwak afgerond blokkig, zeer poreus	geen	veel gangen; kalkrijk; onderste gedeelte vormt een ploegzool
30-50	AC(AC)	10YR4/4	kleiig, grof zand	,,	geen	enkele wormgangen; kalkrijk.
50-85	2C(2C2)	10YR7/4	kleiig, grof zand met klei- brokjes	enkelkorrel- structuur	geen	enkele wormgangen; kalkrijk.
85-100	3Cg(3C2g)	10YR5/3	afwisseling van klei en grof zand	gelaagd, zeer zwak blokkig	zeer veel fijne ijzer- en mangaan vlekken	zeer veel wortel- en wormgangen; kalkhoudend
100-170	4Cg(4C1g)	10YR5/1	zware klei	-	veel fijne roestvlekken	kalkloos!
v.a. 170	4C2G (4C2g)	-	fijnzandige, zware zavel	gelaagd	roestvlekken	kalkrijk!

Analyseresultaten: geen.

Excursiepunt 4: komgrond

Lokatie: bij Dreumelse Berg aan de Bergweg onder Dreumel (Dreumelse Veld)

Fysiografie: uitgestrekt vlak komkleigebied met opduikingen van pleistoceen zand; hoogteligging ca. 4 m + NAP; punt ligt in de direkte omgeving van een donk (Dreumelse Berg), een wetering en een eendenkooi

Bodemgesteldheid: zware kalkloze kleigrond, die in de diepere lagen niet volledig gerijpt is en onder invloed staat van drangwater; eenheid bodemkaart 1:50.000: Rn44C, Gt III*

Bodemgebruik/bodemgeschiktheid: in gebruik als weidegrond en hooilanden; hiervoor ruime mogelijkheden, echter beperkingen t.g.v. late voorjaarsontwikkeling, droogtegevoeligheid in neerslagarme perioden en trapegevoelig in natte toestand. Voor akkerbouw weinig mogelijkheden i.v.m. beperkingen t.a.v. verkruielbaarheid, wateroverlast. Voor fruitteelt ongeschikt i.v.m. wateroverlast; voor snelgroeïende houtsoorten als wilg en populier matig tot goed geschikt; voor niet agrarische doeleinden weinig geschikt o.a. i.v.m. wateroverlast

Klassifikatie: Poldervaaggrond, Gt III (De Bakker en Schelling 1965) Eutric Fluvisol of Eutric Gleysol (FAO-UNESCO, 1974)

Korte beschrijving:

<u>diepte</u>	<u>horizont</u>	<u>kleur</u>	<u>textuur</u>	<u>structuur</u>	<u>hydromorfie</u>	<u>overige kenmerken</u>
0-10	Ah (A1)	10YR3.5/2	z. klei	granulair + afger.blokkig		gerijpt
10-40/50	Cg1 (C11g)	10YR5/2	"	scherp blokkig	veel roest- vlekken	"
40/50-130	Cg2 (C12g)	10YR6/1	"	glad pris- matisch	"	bijna gerijpt; katteklei verschijnselen bij oxidatie in diepste gedeelte
130-180	Cr (CG)	10YR5/1 +3/1	z. klei met lagen van humeuze klei	sponsstructuur	geen roest, egaal grijs	half-gerijpt; kalkloos; veel verticale wortelgangen; bladresten
180-310	-	10YR3/1	afwisseling klei en hu- meuse riet			ongerijpt; qyttja-achtig; gaat over in donkergrijze klei met veel houtresten en riet
310-340	-	bruin	bosveen			
v.a. 340	-	grijs	grof zand			houtresten

Analyses van vergelijkbaar profiel (Rn44C-III*, ten zuiden van Wamel, kaartblad 39 West/Oost, pr.nr 30).

diepte cm	<2μ %	2-50 %	>50μ %	org.stof %	kalk %	pH-KCl	K-geh.	K-fix.
0-20	53	47	0	5.3	-	4.7	13	86
20-50	70	30	0	1.6	-	5.2	11	50
65-85	75	21	4	2.0	0.1	5.4	13	54

Excursiepunt 5: donk

Lokatie: Dreumelse Berg aan de Bergweg onder Dreumel

Fysiografie: pleistoceen rivierduin, bestaande uit grof rivierzand als opduiking in het komgebied Dreumelse Veld; de opduiking vormt een lange oost-west gerichte rug; hoogte ca. 8.7 m + NAP. Veel sporen van vergraving

Bodemgesteldheid: Grofzandige, kalkloze, weinig vochthoudende gronden met een zeer lokale verbreiding; bovengrond enigzins kleilig t.g.v. invloed menselijke cultuur; eenheid op bodemkaart 1:50.000: Zd30, Gt VII

Bodemgebruik/bodemgeschiktheid: onderhavige donk in gebruik als gras- en bouwland.

Uit landbouwkundig oogpunt bezien slechts beperkte mogelijkheden i.v.m. (ernstige) droogtegevoeligheid en stuifgevoeligheid. Als grondslag goed geschikt voor niet-landbouwkundige doeleinden i.v.m. stevigheid en goede ontwatering; droogtegevoelig bij permanente groenbedekking; matig geschikt voor loofhoutsoorten i.v.m. droogtegevoeligheid; goed geschikt voor Pinus nigra soorten; ongeschikt voor overig naalldhout i.v.m. pH.

Klassifikatie: Vorstvaaggrond, Gt VII; neemt men de kleihoudende, menselijk beïnvloede bovengrond in aanmerking, dan bruine Enkeerdgrond. (De Bakker en Schelling 1965) Cambic Arenosol (FAO-UNESCO, 1974).

Korte beschrijving:

<u>diepte</u>	<u>horizont</u>	<u>kleur</u>	<u>textuur</u>	<u>structuur</u>	<u>hydromorfie</u>	<u>overige kenmerken</u>
0-10	Ap1(Alan1)	10YR3/2	kleilig grof zand	granulair	geen	brokjes klei; houtskool
10-80	Ap2(Alan2)	10YR3/3	"	spons structuur	geen	"
80-120	Bw (B)	10YR5/6	klei-arm grof zand	enkel korrel structuur	geen	"

Analyse van vergelijkbaar profiel (Zb30-VII, ten westen van Wijchen, kaartblad 39 Oost, profiel nr. 17).

diepte cm	<2μ %	2-50μ %	>50μ %	>150μ %	org.stof %	kalk %	pH-KCl
0-30	4	5	91	80	1.7	-	4.9
30-55	5	4	91	79	1.0	-	3.9
55-70	2	4	94	81	0.8	-	4.2
70-90	2	2	96	86	0.5	-	4.1

Excursiepunt 6: kalkloze uiterwaardgrond

Lokatie: Maas uiterwaard bij Batenburg achter boerderij "De Lyme"

Fysiografie: hooggelegen uiterwaard langs de Maas, vrij vlak; hoogteligging ca. 8 m + NAP; in de omgeving lagere gedeelten, die zijn ontstaan door afgraving door de steenindustrie

Bodemgesteldheid: afgezien van periodieke overstroming, goed ontwaterde, goed vochtleverende, egaal bruine, kalkloze, siltrijke kleigronden met aflopend profiel en behorende tot de Ooivaaggronden; op bodemkaart 1:50.000: Rd90C

Bodemgebruik/bodemgeschiktheid: in gebruik als grasland waarvoor de gronden zich uitstekend lenen, afgezien van de periodieke overstroming; in natte toestand trapgevoelig. Voor akkerbouw en andere gebruikswijzen weinig mogelijkheden i.v.m. overstromingsgevaar

Klassifikatie: Ooivaaggronden (De Bakker en Schelling, 1965) Eutric Cambisol of Eutric Fluvisol (FAO-UNESCO, 1974).

Korte beschrijving:

<u>diepte</u>	<u>horizont</u>	<u>kleur</u>	<u>textuur</u>	<u>structuur</u>	<u>hydromorfie</u>	<u>overige kenmerken</u>
0-20	A1	10YR4/3	l. klei		geen	kalkloos
20-80	C11	10YR5/6	"		"	"
v.a. 80	C12		zavel		"	"

Analyses:

<u>diepte</u>	<u><2μ</u>	<u>2-50μ</u>	<u>>50μ</u>	<u>org.stof</u>	<u>kalk</u>	<u>pH-KCl</u>
cm	%	%	%	%	%	
30-50	34	62	4	3.2	-	4.8

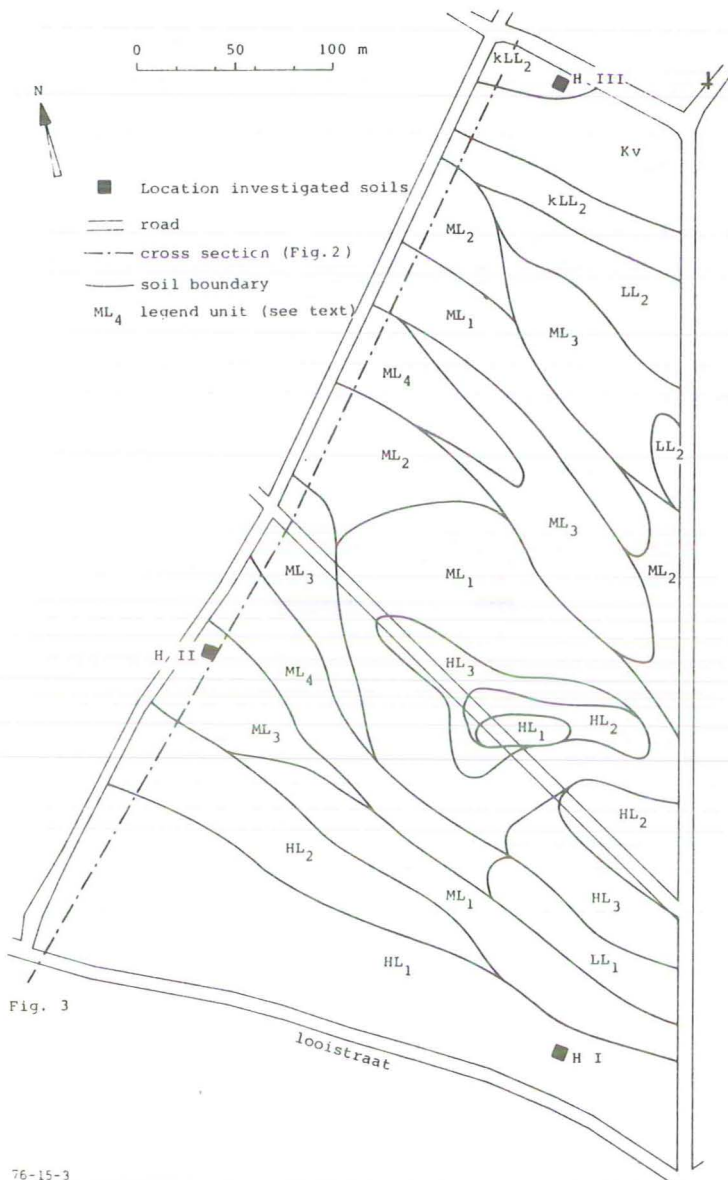


Fig. 3

76-15-3

ML 1: Imperfectly drained mottled gray brown sandy loam soils.

The tilled topsoil is about 30 cm, (dark) brown and has about 20 % clay overlying a pale brown weakly mottled sandy loam of 10-15 % clay becoming clearly mottled and heavier (15-20% clay) around 70 cm depth, changing into the permanently reduced layered complex around 100 cm depth.

ML 2: Imperfectly drained strongly mottled gray brown sandy loam soils.

As ML 1, but mottling is more expressed immediately below the tilled topsoil.

ML 3: Imperfectly drained strongly mottled (sandy) clay loam soils, (soil Heumen II).

The tilled topsoil is about 25 cm, brown (10 YR 5/3) and has about 25 % clay overlying a strongly

mottled pale brown (10 YR 6/3) sandy clay loam (20-25 % clay) on strongly mottled light gray and strong brown (10 YR 7/1 & 7.5 YR 5/6) clay loam with 30-35 % clay, around 100 cm depth abruptly changing into the (light) gray (10 YR 6/1) permanently reduced layered complex.

ML 4: Imperfectly to poorly drained strongly mottled (sandy) clay loam soils.

The tilled topsoil is about 25 cm, gray brown and slightly mottled and has about 25-35 % clay overlying a strongly mottled material of the same texture (often stratified), changing between 40 and 80 cm, depth into permanently reduced material of - ten belonging to the layered complex. Within 120cm regularly gravelly coarse sand is found.

LL 1: Poorly drained, slightly mottled gray sandy loam on mottled clay loam soils.

The tilled topsoil is about 30 cm, gray brown and mottled and has about 20 % clay overlying a slightly mottled gray brown sandy loam (10-15 % clay) changing around 80 cm depth into a strongly mottled gray clay loam (30-35 % clay) with root remains.

LL 2: Poorly drained mottled gray clay (loam) soils.

The topsoil is about 20 cm, dark gray brown (10 YR 4/2.5) and mottled and has about 35-40 % clay overlying a mottled gray brown (10 YR 5/2) clay (loam) of the same texture changing around 50 cm into gray (10 YR 6/1) permanently reduced clay of 40 % clay or more with root remains, sometimes changing within 120 cm abruptly into the layered complex with root remains.

KLL 2: Poorly drained mottled gray clay (loam) with a cover of Holocene clay (loam) soils, (soil Heumen III)

As LL 2, but with a cover of 20-50 cm Holocene clay (loam).

KV : Very poorly drained dark gray clay (loam) on peaty material (Holocene) on gray Pleistocene clay soils.

The topsoil consists of dark gray clay (loam) and has 35-45 % clay with much organic matter. Occasionally a sandy (clay) loam with about 20 % clay overlies this heavier material. Between 40 and 70 cm depth, it changes to peaty clayey material (Holocene), abruptly changing between 70 and 100 cm depth into permanently reduced bluish gray Pleistocene clay.

DESCRIPTION OF LEGEND UNITS .-

HL 1: Well drained brown sandy loam soils (soil Heumen)

The tilled topsoil is about 30-40 cm, dark brown (10 YR 3/3) and has 10-15 % clay, overlying dark yellowish brown (10 YR 4/4) material of the same texture to depths larger than 80 cm. Below 80 cm the material becomes slightly mottled and changes below 100 cm to (loamy) sand or the layered complex; occasionally a stratified heavier deposit occurs.

HL 2: Moderately well drained brown sandy loam soils.

As HL 1, but mottling starts between 40 and 80 cm usually around 60 cm depth.

HL 3: Moderately well drained mottled brown sandy loam soils.

The tilled topsoil is about 30 cm, (dark) brown and has about 20 % clay overlying a brown, weakly mottled sandy loam of 10-15 % clay on the layered complex starting around 80 cm depth.

Fig.18 gedetailleerde bodemkaart van een deel van het oude rivierkleigebied ten noorden van Heumen (zie tevens Fig. 4; exc. pt 7)

Excursiepunt 7 oude rivierkleigronde

Lokatie: aan de Looistraat ten noorden van Heumen

Fysiografie: landschap met de kenmerken van een verwilderd riviersysteem, 8-10 m + NAP en ingebed tussen de stuwwal van Nijmegen-Groesbeek en het pleistocene duincomplex van de Overasseltse en Hatertse vennen

Bodemgesteldheid: het gebied wordt gekenmerkt door drie typen gronden:

- 1) de hoog gelegen bruine oude rivierkleigronde, kRd-Gt VII (Heumen 1)
- 2) middelhoge bonte oude rivierkleigronde, kRn-Gt V (Heumen 2)
- 3) laaggelegen grijze oude rivierkleigronde (kRn, Gt II)

Voor situering en kenmerken zie bijgevoegde figuren 18 en 19.

Bodemgebruik/bodemgeschiktheid: de hoge bruine gronden hebben ruime mogelijkheden voor de akker- en tuinbouw; zij hebben beperkingen m.b.t. het vochtleverend vermogen en slempgevoeligheid. Voor weidebouw hebben zij beperkte mogelijkheden i.v.m. droogtegevoeligheid; voor niet-agrarische en bosbouwkundige doeleinden lenen zij zich uitstekend.

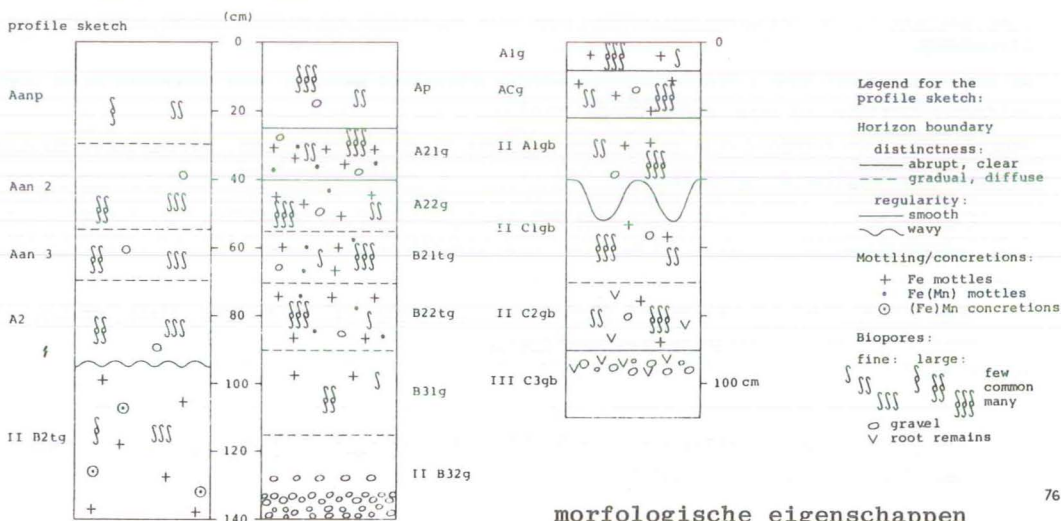
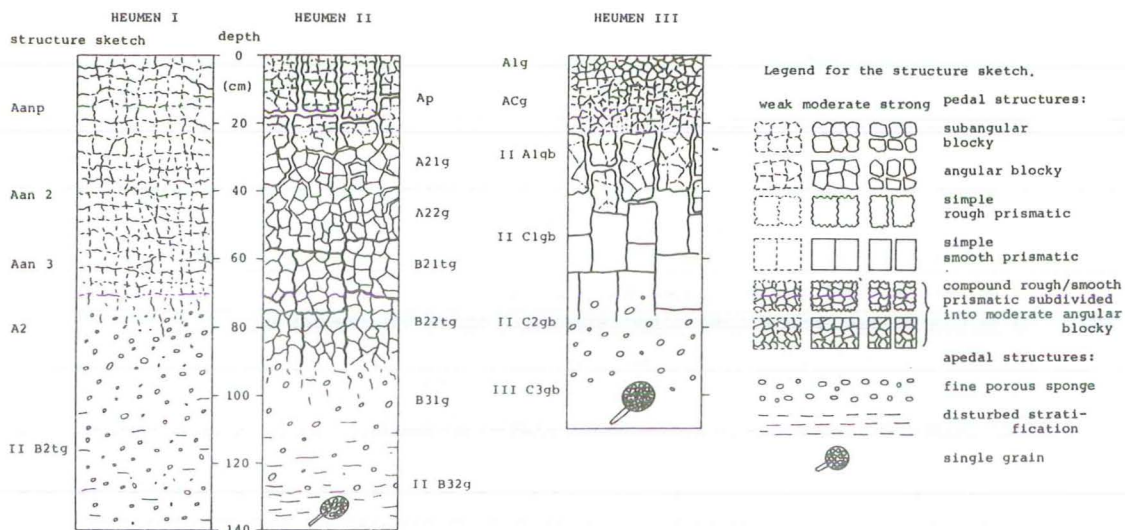
De middelhoge bonte oude rivierkleigronde worden overwegend gebruikt voor weidebouw en de verbouw van snijmais, waarvoor zij ruime mogelijkheden bieden.

Voor de akker- en tuinbouw zijn zij beperkt geschikt i.v.m. wateroverlast, en slechte verkrumelbaarheid. De gronden zijn enigszins droogtegevoelig.

De lage grijze oude rivierkleigronde zijn matig geschikt voor de weidebouw. Beperkingen worden opgelegd door trapgevoeligheid en wateroverlast. Voor niet agrarische doeleinden zijn zij te nat.

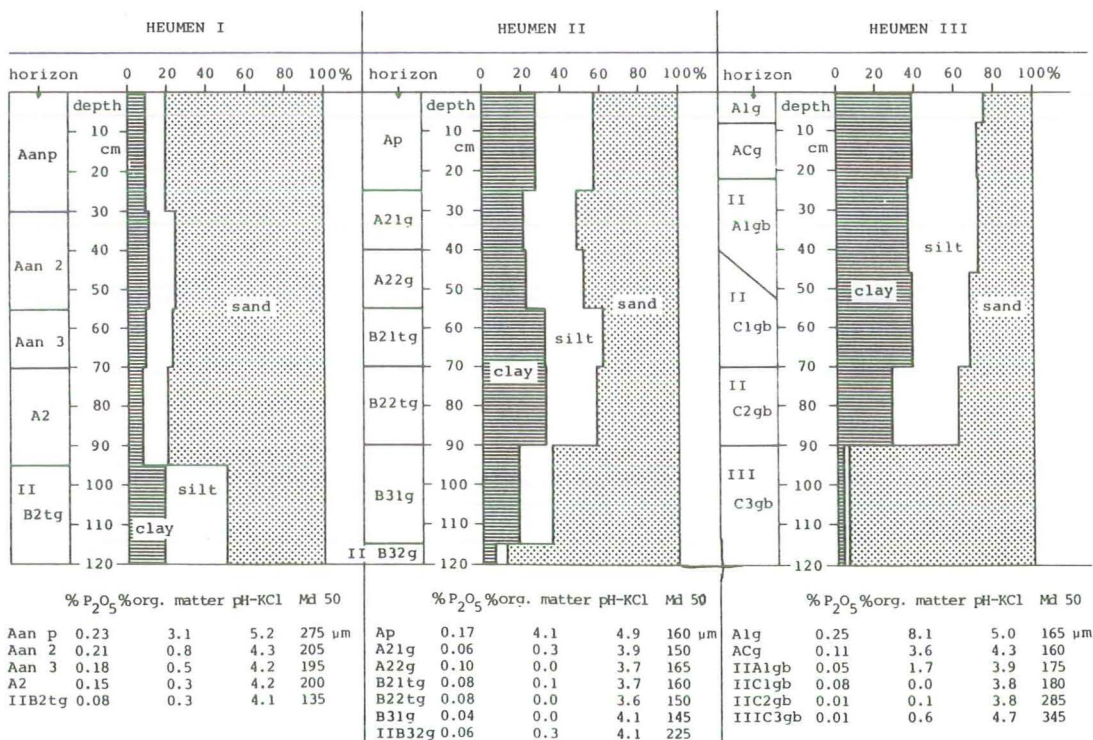
- Klassifikatie: 1a) Hoge bruine oude rivierkleigronde (Heumen I): "Tuineerdgrond" of Plaggept (Soil Taxonomy, 1975), de B₂t-horizont is diep en blijft buiten beschouwing;
- 1b) Middelhoge bonte oude rivierkleigronde (Heumen II): Kuilbrikgrond of Ochraqualf (Soil Taxonomy, 1975); Gleyic Luvisol (FAO-UNESCO, 1974).
- 1c) Lage grijze oude rivierkleigronde (Heumen III): Poldervaaggrond of Haplaquept (Soil Taxonomy, 1975); Humic Gleysol (FAO-UNESCO, 1974).

Korte beschrijving + analyses: zie bijgevoegde figuren 18 en 19, alsmede figuur 4.

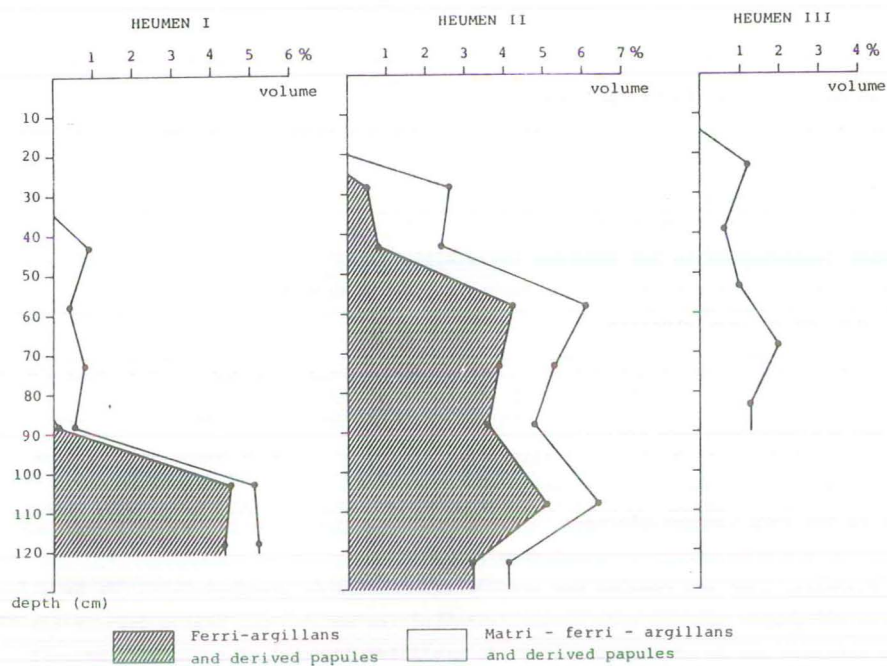


morfologische eigenschappen

76-15-4



textuur, org.stof, P₂O₅ gehalten en pH-KCl



kleiïnspoelingsverschijnselen.

Fig. 19 schematische weergave van de eigenschappen van de profielen Heumen 1, 2 en 3, exc. pt 7.

Heumen 1 = hoge, bruine oude rivierkleigrond, Tuineerdgrond.

Heumen 2 = middelhoge, bonte oude rivierkleigrond, kuilbrikgrond.

Heumen 3 = lage, grijze oude rivierkleigrond, Poldervaaggrond.

8. FIGUREN EN TABELLEN

- Fig. 1 routekaart
 Fig. 2 verbreding jonge en oude rivierkleigronden
 Fig. 3 schets van het geulensysteem in het landschap van de oude rivierklei in de omgeving van Hatert
 Fig. 4 doorsnede in het oude rivierkleigebied nabij Heumen
 Fig. 5 profiel door de donken van Hoornaar en Minkeloos
 Fig. 6 lengteprofielen van de Rijn in diverse perioden
 Fig. 7 de bodemkundige landschappen in het holocene rivierkleigebied
 Fig. 8 schematische weergave van enkele transecten door het rivierkleilandschap
 Fig. 9 landschappen van het rivierkleigebied
 Fig. 10 verruiming en afsnijding van bochten in een meanderende rivier; vorming van een stroomrug
 Fig. 11 doorsnede door het komgebied van het Hollandse Broek ten oosten van Homoet
 Fig. 12 dijkdoorbraken in het centrale deel van het rivierkleigebied vanaf ca. 1700
 Fig. 13 de opeenvolgende dijkdoorbraken, dijkverleggingen en wielen bij de Rijkswaard onder Dreumel
 Fig. 14 dijkdoorbraak bij Elden (luchtfoto 14.3.1945)
 Fig. 15 wegenpatroon in het dorp Lienden (Betuwe)
 Fig. 16 bodemkaart van de proefboerderij "De Schuilenburg"
 Fig. 17 geologische doorsnede door een complex van stroomruggronden op de proefboerderij "De Schuilenburg"
 Fig. 18 geïtalleerde bodemkaart van het oude rivierkleigebied ten noorden van Heumen (zie tevens Fig. 4; exc. pnt 7)
 Fig. 19 schematische weergave van de eigenschappen van de profielen Heumen 1, 2 en 3 (exc. pnt. 7)

De figuren en tabellen zijn ontleend aan:

Bodemkaart van Nederland 1:200.000:

foto-omslag (afbeelding 42), Fig. 2 (afb. 41), Fig. 3 (afb. 57)

Toelichting bodemkaart van Nederland 1:50.000, blad 39 Oost/West (Rhenen) Fig. 7 (afb. 20), Fig. 9 (afb. 21), Fig. 12 (afb. 25)

Idem, blad 38 Oost (Gorkum)

Fig. 5 (met bijlage), Fig. 10 (afb. 23)

Idem, blad 40 West/Oost (Arnhem)

Fig. 11 (afb. 16)

Pons, L.J., 1957

Fig. 13 (afb. 57)

Jongmans, A.G. en R. Miedema, 1983

Fig. 4 (afb. 10, 12b), Fig. 8 (afb. 10.6)

Zonneveld, J.I.S., 1977

Fig. 6 (afb. 45)

Havinga, A.J. en A. Op 't Hof, 1975

Tabel II (tabel 1)

Stiboka, Luchtfotoarchief R.A.F.

Fig. 14

Stiboka, rapport 1165 (1974)

Fig. 16 (bijl. 1) en 17 (bijl. 2)

Rijksdienst Monumentenzorg (1968), deel De Betuwe.

Fig. 15 (afb. 83)

Miedema e.a. (1978)

Fig. 4, 18 en 19 (afb. 2, 3, 4, 5 en 6)

9. LITERATUUR EN KAARTEN

1. Bakker, H. de. Major soils and soil regions in the Netherlands; Junk/Pudoc, Den Haag, Wageningen.
2. Edelman, e.a., 1950. Een bodemkartering van de Bommelerwaard boven de Meidijk; Versl. Landb. Onderz. met bodemkaart 1:10.000 en 1.25.000.
3. Egberts, H., 1950. De Bodemgesteldheid van de Betuwe met bodemkaart 1:70.000; Versl. Land. Onderz. no. 56.19; Staatsuitgeverij Den Haag.
4. Havinga, A.J., 1969. A physiographic analysis of a part of the Betuwe, a Dutch river clay area; Meded. Landbouwhogeschool, 69-3, Wageningen.
5. Havinga, A.J. en A. op 't Hof, 1975. De Neder-Betuwe, opbouw en ontstaan van een jong rivierkleigebied; K.N.A.G. Geografisch Tijdschrift IX: 261-277.
6. Havinga, A.J. en A. op 't Hof, 1983. Physiography and formation of the Holocene floodplain along the lower course of the Rhine in the Netherlands; Meded. Landbouwhogeschool 83-8, Wageningen, 73 pp.
7. Heiningen, H. van, 1965. De Historie van het Land van Maas en Waal; Europese Bibliotheek, Zaltbommel.
8. Hoeksema, K.J. en W. van de Westeringh, 1979. Ontstaan en bewoonbaarheid van het landschap rondom Kesteren; Tabula Batavorum, 11: 15.19 en 40-47.
9. Hof, A. op 't en W. van de Westeringh, 1973. Bodem en rozen in Noord-Limburg; Groen, 30: 153-158.
10. Jongmans, A.G. en R. Miedema, 1983. Geologie en Bodem van Nederland, Bodemkundig deel kollegediktaat, vakgroep Bodemkunde en Geologie, Landbouwhogeschool, Wageningen.
11. Miedema, R., E. van Engelen en Th. Pape, 1978. Micromorphology of a toposequence of late pleistocene fluvial soils in the eastern part of the Netherlands; in Delgado M. (ed.), Micromorfologia de suelos, Vol. I: 409-501.
12. Pons, L.J., 1957. De Geologie, de bodemvorming en de waterstaatkundige ontwikkeling van het Land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen; Bodemk. Studies no. 3, Stiboka, Wageningen.
13. Pons, L.J., 1966. De Bodemkartering van Het Land van Maas en Waal en een gedeelte in het Rijk van Nijmegen, schaal: 25.000, Versl. Landb. Onderz., 646, Stiboka/Pudoc, Wageningen.
14. Stichting voor Bodemkartering, 1965. De bodem van Nederland, 1:200.000, Wageningen.
15. Stichting voor Bodemkartering, 1961. Bodemkaart van Nederland, 1:200.000, blad 4 (Gelderland), Wageningen.
16. Stichting voor Bodemkartering, div. jaren. Bodemkaart van Nederland 1:50.000, bladen 38 Oost, 39 West, 39 Oost, 40 West/Oost, 41 West/Oost, 45 Oost/West, 46 West/Oost; Wageningen.
17. Topografische kaarten 39 Oost/West, 45F en 46A.
18. Westeringh, W. van de, 1973. Bodemkundig onderzoek aan oudbouwlandgronden in Noord-Limburg; Landbouwkundig Tijdschrift, 85: 195-200.
19. Westeringh, W. van de, 1983. Geologie en bodemkunde van Wageningen; In: Gezicht op de Geschiedenis van Wageningen (A.L. Rietveld e.a., red.), Hist. Reeks Ver. Oud-Wageningen nr. 2: 4-15.

